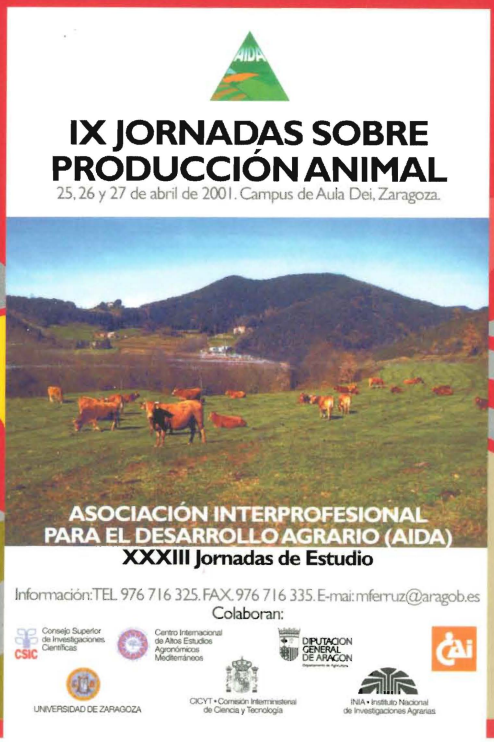
ITEA

Volumen Extra, Número 22 - Tomo II (2001)

IX JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL

ASOCIACION INTERPROFESIONAL
PARA EL DESARROLLO AGRARIO



INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO (AIDA)

XXXIII JORNADAS DE ESTUDIO

IX JORNADAS

SOBRE PRODUCCION ANIMAL

25, 26 y 27 de abril de 2001

Zaragoza

TOMO II

COLABORAN:

Gobierno de Aragón: Departamento de Agricultura y Medio Ambiente
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (IAMZ)
Caja de Ahorros de la Inmaculada (CAI)
Universidad de Zaragoza
Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CYCIT)
Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA)

ITEA

Información Técnica Económica Agraria
Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

SECRETARIO:

PERE ALBERTI LASALLE

COORDINADORES DE SECCION:

Genética: LUIS ALBERTO GARCIA CORTES
Patología: CLARA Mª MARIN ALCALA
Gestión y Economía: MARIA TERESA MAZA RUBIO
Nutrición-Alimentación: ANGEL RUIZ-MANTECON
Sistemas Ganaderos: ALBERTO BERNUES JAL
Calidad de los productos: RAFAEL DELFA BELENGUER
Reproducción: JOSE FOLCH PERA

Secretaría: Mercedes Ferruz Andrés

Abril 2001 Volumen Extra Número 22 tomo II	**DIRECCION Y REDACCION** Montañana, 930 – Apartado 727 50080 - ZARAGOZA	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 1130-6009 INO Reproducciones, S.A. 50013 -ZARAGOZA

Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

ITEA no se solidariza necesariamente con las opiniones en los artículos firmados que publica, cuya responsabilidad corresponde a los autores

INDICE

TOMO II

SISTEMAS GANADEROS

Sistemas ganaderos: Caracterización de sistemas ovino y caprino

- Estructura de los sistemas ganaderos extensivos de dehesa en función del tamaño de la explotación y de su orientación productiva.- PULIDO F., MESÍAS F.J., ANARTE J.M., RODRÍGUEZ DE LEDESMA A., ESCRIBANO M. 409

- Relación entre tamaño de la explotación y niveles de cargas ganaderas en sistemas extensivos de producción animal de dehesas.- ESCRIBANO M., RODRÍGUEZ DE LEDESMA A., MESÍAS F.J., ANARTE J.M., PULIDO F. 412

- Caracterización estructural de explotaciones bovinas situadas en ecosistemas de dehesa.- MILÁN M.J., BARTOLOMÉ J., QUINTANILLA R., GARCÍA-CACHÁN M.D., ESPEJO M., HERRÁIZ P.L., SÁNCHEZ-RECIO J.M., PIEDRAFITA J. 415

- Dinámica de explotaciones ovinas españolas de producción de carne: cambios estructurales y en el sistema productivo.- CHERTOUH T., MANRIQUE E., OLAIZOLA A. 418

- La raza ovina Xisqueta: aproximación a los sistemas de manejo productivo y reproductivo.- AVELLANET R., JORDANA J. 421

- Características de los sistemas de producción de ovino de leche de raza Assaf.- DÍEZ P., MANTECÓN A.R., VILLADANGOS B., SERRANO E., LAVÍN P. 424

- Modelización de la respuesta lechera de los rebaños ovinos a distintas dietas.- OREGUI L.M., RUIZ R., PÉREZ DE ARENAZA A. 427

- Influencia de los factores ambientales en la producción lechera del ganado caprino de raza Murciano-Granadina en Castilla-La Mancha.- OLIVER F., PEREZ-GUZMAN MªD., PEREZ E.M., MONTORO V. 430

Sistemas Ganaderos: Vacuno

- Alimentación de la vaca y el ternero durante la lactación y el cebo en sistemas extensivos de montaña: (I) Rendimientos del rebaño en lactación.- CASASÚS I., BERNUÉS A., SANZ A., REVILLA R. 433

- Alimentación de la vaca y el ternero durante la lactación y el cebo en sistemas extensivos de montaña: (II) Rendimiento de los terneros en cebo y eficiencia biológica.- CASASÚS I., BERNUÉS A., SANZ A., ALZÓN M., EGUINOA P. 436

- Alimentación de la vaca y el ternero durante la lactación y el cebo en sistemas extensivos de montaña: (III) Evaluación económica de diferentes estrategias.- BERNUÉS A., CASASÚS I., SANZ A., MANRIQUE E., REVILLA R. 439

- Influencia de la edad de destete de las novillas de raza de Lidia sobre su edad de tienta y edad del primer parto.- CABALLERO DE LA CALLE J.R., CARRIÓN E. 442

- Efecto del estado fisiológico en los rendimientos del ganado vacuno en el P. N. de Gorbeia.- MANDALUNIZ N., OREGUI L.M. 445

- Productividad de una muestra de explotaciones de "Ternera de Aliste" y calidad de la canal de los terneros: efecto de diversos factores de variación.- BORREGO S., DAZA A., OVEJERO I. 448

- Evolución de los parámetros reproductivos en las explotaciones de vacuno lechero del Valle de los Pedroches (Córdoba).- GÓMEZ CABRERA A., MARTÍNEZ Mª.L., SÁNCHEZ C., BALLESTEROS J.A., GARCÍA R. 451

- Efecto de condición fisiológica de la vaca al inicio de la temporada de servicios sobre el peso al destete, ajustado a 205 días, en ganado Brahman en condiciones de trópico venezolano.- VITTO R., MONTÓN I., PARRA J., CIRIA J. 454

- Efecto de la edad de la vaca sobre el peso al destete, ajustado a 205 días, en ganado Brahman en condiciones de trópico venezolano.- VITTO R., MONTÓN I., PARRA J., CIRIA J. 457

Sistemas Ganaderos: Porcino, Aves, Conejos

- Evolución del rendimiento reproductivo de las explotaciones porcinas españolas y francesas entre 1990 y 1999.- BABOT D., VIDAL M., VIDAL J., NOGUERA J.L. 460

- Situación del subsector porcino en las Islas Canarias: resultados de una encuesta.- DAZA A., ALONSO C., GONZÁLEZ R., BUXADÉ C. 463

- Efecto de una restricción inicial del consumo de pienso sobre los resultados del cebo de cerdos pesados.- DAZA A., LÓPEZ BOTE C.J., OVEJERO I. 466

- Productividad de cerdas Duroc sometidas al sistema de manejo a un solo parto.- DAZA A., RIOPÉREZ J., FLOX J.R. 469

- Efecto del número de camadas utilizadas en la confección de los lotes destete-transición sobre los rendimientos productivos.- NOFRARÍAS M., BAUCELLS F., BAUCELLS M.D., GASA J. 472

- Influencia de la duración de la lactación sobre la productividad de la cerda.- VIDAL J., PARERA J., BABOT D. 475

- Aplicación de un modelo matemático para el dimensionamiento de explotaciones porcinas.- PLÀ L.M., BABOT D., POMAR J. 478

- Influencia del ayuno post nacimiento y del tipo y nivel de grasa en el pienso de iniciación sobre los parámetros productivos de pollos broiler.- ARANIBAR M.J., GRACIA M.I., MATEOS G.G. 481

- Resultados productivos de las razas cunícolas Argenté de Champagne y Fauve de Bourgogne.- LÓPEZ SÁNCHEZ M. 484

Sistemas Ganaderos: Especies salvajes, bienestar animal y comportamiento

- Evolución del desarrollo de la perdiz roja explotada en cautividad.- CABALLERO DE LA CALLE, J.R., PEÑA J.C., CABALLERO J.V. 487

- Adelanto de la época de parto en el ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*): efecto sobre la producción y composición de la leche.- GÓMEZ J.A., LANDETE-CASTILLEJOS T., GARCÍA A., GALLEGO L. 490

- Efecto de la presencia humana sobre el comportamiento del ganado vacuno de montaña: vacas.- PALACIO J., GARCÍA-BERENGUER S., GASCÓN M., ACEÑA M.C., REVILLA R. 493

- Efecto de la presencia humana sobre el comportamiento del ganado vacuno de montaña: terneros.- PALACIO J., GARCÍA-BERENGUER S., GASCÓN M., ACEÑA M.C., REVILLA R. 496

- Bienestar animal y transporte bovino en España.- MARÍA G., VILLARROEL M., SAÑUDO C., SIERRA I., SLIMENE A., GARCÍA S., CHACÓN G. 499

- Score para evaluar la carga y la descarga de bovinos para sacrificio.- MARÍA G., VILLARROEL M., SLIMENE A. 502

- Jaulas "etológicas" de ambiente enriquecido en gallinas ponedoras.- MARÍA G., CEPERO R., HERNANDIS A. 505

CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Calidad de los productos: Canal y carne de bovino

- Efecto del peso de sacrificio en el rendimiento cárnico de terneros de siete razas bovinas españolas.- ALBERTI P., SAÑUDO C., OLLETA J.L., PANEA B., LAHOZ F. 511

- Efecto del sexo y de la zona de cría sobre el momento óptimo del sacrificio en terneros de raza Barrosâ.- BRITO A.N.V.B.V., LOPES J.C.O., PEREIRA DA SILVA R.M. 514

- Rendimiento de la canal en terneros de raza Morucha.- ALVAREZ SANCHEZ-ARJONA, S. 517

- Velocidad de crecimiento en terneros de cebo de raza Morucha.- ALVAREZ SANCHEZ-ARJONA, S. 520

- Efecto del momento de destete y del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne en terneros de raza Parda.- CERDEÑO, A., LOPEZ J., GOMEZ A., SERRANO E., MANTECON A.R. 523

- Rendimiento de tres razas bovinas (Asturiana de los Valles, Parda y Limusin) para la producción de bueyes.- MANTECÓN A.R., LOPEZ J., CERDEÑO A., VIEIRA C., DIAZ-SIERRA C. 526

- Características de la canal de bueyes de las razas: Asturiana de los Valles, Limusin y Parda.- MANTECÓN A.R., CERDEÑO A., LOPEZ J., GIRALDEZ F.J., MARTINEZ-ROLLON R.S. 529

- Características de la carne de buey de las razas: Asturiana de los Valles, Limusin y Parda.- CERDEÑO, A., LOPEZ J., GOMEZ A., SERRANO E., MANTECON A.R. 532

Calidad de los Productos: Canal y carne de bovino y equinos

- Efecto de la raza, la castración y el acabado en los crecimientos, características de la canal y calidad sensorial de la carne de añojos cebados en pastoreo.- OSORO K., MARTINEZ A., GARCIA M.J., OLIVAN C., CASTRO P. 535

- Efecto de la raza y la castración sobre la calidad físico-química y sensorial de la carne de Terneros asturianos sometidos a cebo intensivo.- OLIVAN MªC., MOCHA M., MARTINEZ M.J., MONTES A., GARCIA P., MARTINEZ A., OSORO K. 538

- La utilización de la ultrasonografía en la predicción in vivo de la canal del ganado bovino.- BLANCO ROA N.E., SANTA-MARTINA J., HETENYI L., DEMO P., HUBA J., POLAK P., SLONIEWSKI K. 541

- Factores que afectan a la variabilidad de la conformación en canales bovinas.- FERNANDEZ M., FERNANDEZ TEJON J., UREÑA F., NOVAL G., ALONSO J., LOPEZ S., BAHAMONDE A., DIEZ J., ALVAREZ I., GOYACHE F. 544

- Variables de conformación que influyen en la clasificación oficial SEUROP de canales bovinas.- UREÑA F., FERNANDEZ TEJON J., FERNANDEZ M., NOVAL G., ALONSO J., LOPEZ S., BAHAMONDE A., DIEZ J., ALVAREZ I., GOYACHE F. 547

- Una aplicación informática para la representación informática de la conformación de canales bovinas.- DIEZ J., ALONSO J., LOPEZ S., BAHAMONDE A., GOYACHE F. 550

- Calidad de la canal y de la carne caballar de raza Burguete.- SARRIES V., LARREA I., INDURAIN G., GOÑI V., EGUINOA P., GORRAIZ C., MARTIN M., ALZUETA M.J., BERIAIN M.J., PEREZ DE MUNIAIN A. 553

Calidad de los Productos: Carne de bovino

- Terneros de clase suprema acogibles a la I.G.P. "Ternera Gallega": Efecto del tiempo de maduración sobre el color de la carne.- CARBALLO J.M., VARELA A., OLIETE B., MONSERRAT L., SANCHEZ L. 556

- Producción de terneros de raza Rubia Gallega sacrificados sin destetar: efecto de la extensificación del manejo sobre el color de la carne y la grasa.- MONSERRAT L., SANCHEZ L., VARELA A., CARBALLO J.M., OLIETE B. ... 559

- Efecto de la extensificación del manejo sobre la dureza, jugosidad y composición química de la carne de terneros de raza Rubia gallega sacrificados sin destetar.- VARELA A., OLIETE B., MONSERRAT L., CARBALLO J.M., SANCHEZ L. 562

- Puesta a punto de la técnica de preparación de las muestras de carne de ternera para la aplicación deld test de compresión.- INDURAIN G., ZULET M., HORCADA A., SARRIES V., GOÑI V., EGUINOA P., GORRAIZ C., ALZUETA M.J., BERIAIN M.J. 565

- Evolución de algunos parámetros de calidad de la carne de vacuno en los seis primeros días post mortem.- ONEGA E., MIGUEL E., BLAZQUEZ B., RUIZ DE HUIDOBRO F. 568

Calidad de los Productos: Carne y depósitos adiposos en bovino

- Efecto del peso al sacrificio, el sexo y el extrusionado de la dieta sobre la calidad sensorial de la carne en terneros de raza Frisona.- MARTINEZ CEREZO S., SAÑUDO C., OLLETA J.L., PANEA B., SERRANO X., CASTRILLO C. 571

- Efecto del tipo racial y del peso al sacrificio sobre la calidad sensorial de la carne de vacuno a lo largo de la maduración. Adjetivos no solicitados.- PANEA B., MARTINEZ CEREZO S., MACIE E.S., OLLETA J.L., CAMPO M.M., PARDOS J.J., ALBERTI P., SAÑUDO C. 574

- Efecto del nivel de ingestión de leche sobre las características de la carne de terneros lechales de raza Parda.- VIEIRA C., GARCIA-CACHAN Mª D., CERDEÑO A., MANTECON A.R. 577

- Efecto del nivel de ingestión en la composición y distribución de la grasa de terneros lechales.- VIEIRA C., GUIRAO J., GARCIA-CACHAN Mª D. 580

- Desarrollo del tejido graso en terneros en cebo de las razas Asturiana y Retinta.- ALZÓN M., INDURAIN G., ALBERTÍ P., MENDIZABAL J.A., ARANA A., EGUINOA P., SORET B., PURROY A. 583

Calidad de los Productos: Tecnología NIRS

- Utilización de la técnica NIRS como predictor de la ingestión de dietas en base a pajas de cereales por ganado ovino a partir de muestras fecales. Resultados preliminares.- ANDUEZA J.D., MUÑOZ F., GARRIDO A. 586

- Tecnología NIRS en el análisis de ingredientes líquidos: grasas y melazas.- GARRIDO A., PEREZ MARIN Mª D., GOMEZ CABRERA A., GUERRERO GINEL J.E., PAZ F., DELGADO N. 589

- Predicción NIRS de la composición química y del porcentaje de ingredientes en piensos analizados en forma intacta.- GARRIDO A., PEREZ MARIN Mª D., GOMEZ CABRERA A., GUERRERO GINEL J.E., PAZ F., DELGADO N. 592

- Análisis NIRS de leche de oveja: leche desecada (reflectancia) vs leche líquida (doble transmisión).- NUÑEZ Mª N., SERRADILLA J.M., ARES J.L. ... 595

- Análisis NIRS de parámetros químicos y microbiológicos de leche de cabra y suero de quesería.- PEREZ MARIN Mª D., GARRIDO A., SERRADILLA J.M., NUÑEZ Mª N., ARES J.L., SANCHEZ GONZALEZ J. 598

- Predicción de la composición química y el contenido de pigmentos de la carne de vacuno por transmitancia en el infrarrojo cercano.- OLIVAN Mª C., DE LA ROZA B., MARTINEZ M.J., MOCHA M. 601

- Análisis cualitativo de grasa de cerdo ibérico mediante espectroscopía NIR para la evaluación de la alimentación en la etapa de cebo.- GARCIA-OLMO J., DE PEDRO E., GARRIDO A., BENITO R. 604

- Armonización del análisis NIRS de grasa de cerdo ibérico: transferencia de calibraciones de ácidos grasos.- GARCIA-OLMO, J, GARRIDO A., DE PEDRO E., MUÑOZ F., PUIGDOMENECH A., ANDUEZA J.D. 607

- Análisis NIRS de grasa de cerdo ibérico: efecto del fichero de repetibilidad.- PEREZ MARIN MªD., DE PEDRO E., GARCIA-OLMO J., GARRIDO A. 610

- Evaluación de la composición del lomo de cerdo ibérico mediante la tecnología NIRS.- SOLIS M., DE PEDRO E., GARRIDO A.., GARCIA-OLMO J., SILIO I., RODRIGUEZ M.C., RODRIGAÑEZ J. 613

Calidad de los Productos: Canal y carne de ovino

- Composición de la canal de corderos machos de las razas Churra Galega Bragançana y Suffolk.- RODRIGUES S., CADAVEZ V., DELFA R., PEREIRA E., MATOS S., TEIXEIRA A. 616

- Conformación de la canal de corderos machos de las razas Churra Galega Bragançana y Suffolk y su relación con la composición de la canal.- CADAVEZ V., RODRIGUES S., DELFA R., PEREIRA E., MATOS S., TEIXEIRA A. 619

- Estimación de la composición de la canal por ultrasonidos y por el Modelo Comunitario de Clasificación de Canales de Corderos Ligeros.- CADAVEZ V., RODRIGUES S., DELFA R., PEREIRA E., MATOS S., TEIXEIRA A. 622

- Caracterización del cordero lechal manchego. I. Sistema de crianza empleado y su efecto sobre la calidad de la carne.- VELASCO S., PEREZ C., RUIZ DE HUIDOBRO, F., CAÑEQUE V., DIAZ M.T., LAUZURICA S., ONEGA E., BLAZQUEZ B., SEGARRA J., MANZANARES C. 625

- Caracterización del cordero lechal manchego. II. Sistema de crianza empleado y su efecto sobre la calidad de la canal.- CAÑEQUE V., DIAZ M.T., PEREZ C., RUIZ DE HUIDOBRO, F., VELASCO S., LAUZURICA S., ONEGA E., SEGARRA J., MANZANARES C. 628

- Efecto del manejo de los corderos previo al sacrificio en la calidad de la carne.- VERGARA H., GALLEGO L..... 631

Calidad de los Productos: Canal, carne y tejido adiposo de ovinos y caprinos

- Producción de corderos en praderas. I. Influencia sobre el desarrollo y metabolismo del tejido graso.- ALZÓN M., ARANA A., SANTAMARÍA C., MENDIZABAL J.A., ERBURU J.A., EGUINOA P., PURROY A. 634

- Producción de corderos en praderas. II. Influencia sobre la calidad de la carne.- GORRAIZ C., INDURAIN G., VILLANUEVA I., GOÑI V., ALZUETA M.J., SARRIES V. EGUINOA P., BERIAIN M.J., PURROY A. 637

- Relación entre el tamaño de los adipócitos, la actividad enzimática lipogénica y la composición en ácidos grasos del depósito subcutáneo de corderos en crecimiento.- BERIAIN M.J., SORET B., MENDIZABAL J.A., ARANA A., HORCADA A., CHASCO J., PURROY A. 640

- Evolución De la calidad de la canal y de la carne ovinas entre los 5 y los 25 kg de peso vivo.- BLAZQUEZ B., MIGUEL E., ONEGA E., RUIZ DE HUIDOBRO F. 643

- Calidad de la carne en cabritos de la agrupación caprina canaria: efecto de la lactancia artificial y el peso al sacrificio.- ARGÜELLO A., MARICHAL A., CAPOTE J.F., LOPEZ J.L. 646

Calidad de los Productos: Leche y queso

- Importancia de la metodología de la toma de la muestra en la composición de la leche de oveja.- ARRANZ J.J., LEGARRA, A. 649

- Efecto de la reducción en el número de ordeños sobre la composición química y el contenido de células somáticas en la leche en ovejas Assaf.- LUIZ RAMELLA J., MATECON A.R., GONZALEZ J.S., LOPEZ S., BOIXO J.C. 652

- Efecto de la suplementación con semilla entera de lino sobre la producción de leche y la calidad del queso de ovejas de raza manchega.- POL M^{a}V., CASALS R., ALBANELL E., SUCH X. 655

Calidad de los Productos: Porcino

- La utilización de métodos in vivo y post morten para la predicción del porcentaje muscular en cerdos.- DEMO P., SANTA-MARTINA J., BLANCO ROA N.E., HUBA J., HETENYI L. 658

- Composición química de la canal porcina: Efecto del peso, sexo y genotipo.- GONZALEZ J., SOLER J., GISPERT M., PUIGVERT X., TIBAU J. 661

- Efecto de los factores de producción sobre la composición en ácidos grasos totales del cerdo en crecimiento.- LIZARDO R., MOUROT J., GONZALEZ J., SOLER J., GISPERT M., TIBAU J. 664

Calidad de los Productos: Aves y huevos

- Composición de ácidos grasos y grasa total en pollos de razas catalanas mejorados para producción de carne.- ESCODA L., FRANCESCH A., CUBILO M.D., TOR M., ANGUERA R. 667

- Comparación de la composición de la canal de pollos de la raza Castellana Negra con pollos procedentes del cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra y gallinas de la raza Castellana Negra.- MIGUEL J.A., CIRIA J., ASENJO B., RUIZ M.T. 670

- Caracterización instrumental de la carne de pollo procedente del cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra y gallinas de la raza Castellana Negra.- CIRIA J., ASENJO B., MIGUEL J.A., ACABEDO E., ANDRES C. 673

- Eficiencia de niveles crecientes de dos pigmentaciones naturales sobre la coloración de la yema de huevo.- RINCON-CARRUSO X., SALA R., VILA B., BARROETA A.C., GASA J. 676

- Modificación de la concentración de α_Tocoferol de huevos enriquecidos er ácidos grasos poliinsaturados _ω3 sometidos a diferentes tratamientos térmicos.- CORTINAS L., GALOBART J., BARROETA A.C., BAUCELLS MªD. 679

Calidad de los Productos: Tecnología de la carne

- Comparación de varios métodos para la determinación de la capacidad de retención de agua en carne de conejo.- ALIAGA S., PLA M. 682

- Efecto de la raza y de la edad sobre el porcentaje de fibras musculares en el conejo: resultados preliminares.- ARNAL C., LOPEZ M. 685

- Validación de la trazabilidad mediante marcadores de ADN de la carne de vacuno.- ALFONSO L., SORET B., ARANA A. 688

- Seguridad alimentaria y fraudes: identificación de especies en alimentos mediante RAPD-PCR.- CALVO J.H., LATA R., ZARAGOZA P. 691

- Efecto del empacado al vacío sobre el pH, número de lactobacillus, coliformes y E. coli en carne molidas de res .- RUIZ J., BARBOZA Y., BUSTILLO L., FERRER K., ROMAN R., MARQUEZ E. 694

- Elaboración de productos fermentados utilizando carnes empacadas al vacío.- RUIZ J., MARQUEZ E., BARBOZA Y., ROMAN R. 697

Calidad de los Productos: Clasificación de canales de bovinos, equinos y decomisos

- Clasificación de canales bovinas: distribución de clases.- FABREGAS X., SUCH X. 700

- Causas de decomiso en la inspección sanitaria de equinos.- FABREGAS, X. 703

- Clasificación de canales de equino: I Distribución de clases.- FABREGAS, X., SUCH X. 706

- Clasificación de canales de equino: II Factores de variación de la calidad de la canal.- FABREGAS, X., SUCH X. 709

REPRODUCCIÓN

Reproducción: Fisiología de la hembra

- Pubertad en borregas West African y West African x Bergamasca en pastoreo bajo condiciones del trópico venezolano.- RODRIGUEZ-URBINA M., GONZÁLEZ-STAGNARO C., MADRID-BURY N. 715

- Determinación de la entrada en pubertad en cabras Serrana nacidas en verano e invierno mediante análisis de progesterona e observación de celos.- CORREIA T. M., VALENTIM R.C., AZEVEDO J., MENDONÇA A., GALVAO L., MAURICIO R., CARDOSO M. 718

- Eficacia del tratamiento fotoperiódico (luz+melatonina) sobre los corderos de raza Latxa.- BELTRAN DE HEREDIA I., ARRESE F., UGARTE E. 721

- Comportamiento reproductivo de novillas de raza Asturiana de los valles manejadas en zonas de montaña.- GARCIA PALOMA J.A., VILLA TERRAZAS A. 724

- Reinicio de la actividad folicular en vacas nodrizas sometidas a diferentes niveles de alimentación antes y después del parto.- SANZ A., CASASUS I., BERNUES A., REVILLA R. 727

- Efecto a corto plazo de la reducción energética aguda y de la presencia continua del ternero con la madre sobre la población folicular ovárica (Resultados preliminares).- SANZ A., BERNUES A., CASASUS I., REVILLA R. 730

Reproducción: Fisiología de la hembra

- Efecto de la melatonina y la condición corporal sobre la respuesta al efecto macho de ovejas de raza Rasa Aragonesa.- ZUÑIGA O., ABECIA J.A., FORCADA F., VALARES J.A. 733

- Modificación de la actividad dopaminérgica en la inhibición de la liberación de LH mediante el tratamiento con melatonina en ovejas Rasa Aragonesa OVX + E2.- ZUÑIGA O., FORCADA F., ABECIA J.A., VALARES J.A. 736

- Evolución de las concentraciones plasmáticas de melatonina desde el nacimiento hasta el comienzo de la pubertad en la muflona (*Ovis gmelini musimon*).- SANTIAGO-MORENOJ., DEL CAMPO VECINO A., GONZALEZ-BULNES A., GARCIA-GARCIA R.M., CABELLOS CABALLERO B., LOPEZ-SEBASTIAN A., GOMEZ BRUNET A. 739

- Actividad reproductiva en muflonas (*Ovis gmelini musimon*) tratadas con implantes de melatonina desde el solsticio de invierno al solsticio de verano.- SANTIAGO-MORENOJ., DEL CAMPO VECINO A., CABELLOS CABALLERO B., GONZALEZ-BULNES A., LOPEZ-SEBASTIAN A., GOMEZ BRUNET A. ... 742

- Parámetro reproductivo de la cabra montés (*Capra pyrenaica hispanica*) en cautividad.- FERNÁNDEZ-ARIAS A., ALABART J.L., ECHEGOYEN E., SÁNCHEZ P., FOLCH J. 745

- Niveles plasmáticos de progesterona en ciervas ibéricas (*Cervus elaphus hispanicus*) semidomésticas sincronizadas mediante CIDRS en la época reproductiva.- GARCIA A.J., LANDETE-CASTILLEJOS T., LOPEZ A., SOLER A.J., GOMEZ J.A., PEÑA E., GARDE J.J., GALLEGO L. 748

- Aumento de la prolificidad en ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus)* mediante tratamientos hormonales.- GARCIA A.J. LANDETE-CASTILLEJOS T., GOMEZ J.A., ALBIÑANA B., GARDE J.J., GALLEGO L. 751

Reproducción: Producción de embriones

- Efecto de la población folicular previa al tratamiento con FSH sobre la respuesta superovulatoria en cabras Murciano-Granadinas.- GONZALEZ-BULNES A., GARCIA GARCIA R.M., DIAZ DELFA C., SANTIAGO-MORENO J., CARRIZOSA J.,A., URRUTIA B., COCERO Mª J., LOPEZ SEBASTIAN A. 754

- Resultados de un programa de recogida de embriones en ovejas de raza Churra.- RODRIGUEZ C., ALVAREZ M., BOIXO J.C., ANEL E., GUERRA C., OLMEDO J.A., PAZ P., ANEL L. 757

- Factores que afectan al rendimiento de la T.E. congelados en el programa genético de oviaragón.- COCERO MªJ., AGUILAR B., ALABART J,.L., OLIVERA J., FOLCH J. 760

- Superovulación de ovejas Rasa Aragonesa mediante pFSH/LH y un antagonista de la GnRh (Antarelix).- ALABART J.L., OLIVERA J., ROCHE A., COGNIE Y., AGUILAR B., COCERO M.J., ECHEGOYEN E., FOLCH J. .. 763

- Efecto de la eCG en la superovulación de ovejas con dosis decrecientes de FSH ovina.- OLIVERA J., ALABART J.L., ALCAIDE V., ARRESE F., BELTRÁN DE HEREDIA I., COCERO MªJ., FUENTE S., GARCIA-CERVIGON M., MANSO A., MINTEGI L., ROCHE A., FOLCH J. 766

- Influencia del momento de muestreo sanguíneo en la predicción de fertilidad de ovejas receptoras de embriones.- OLIVERA J., FOLCH J., COCERO Mª J., AGUILAR B., ROCHE A., ECHEGOYEN E., SANCHEZ P., ALABART J.L. 769

- Cronología del desarrollo embrionario en vacas superovuladas de raza Asturiana de los Valles. Resultados preliminares.- GOMEZ E. 772
- Superovulación con diferentes dosis de Pluset^{R} en función del número de partos efectuados por vacas Holstein de alta producción.- FUENTES S., DE LA FUENTE J. 775

- Encapsulación de embriones bovinos en microcápsulas esféricas de alginato.- YANIZ J., SANTOLARIA P., SURRA J., LOPEZ-BEJAR M., RUTLLANT J., LOPEZ-GATIUS F. 778

- Evaluación del carragenato como sustrato para la encapsulación embrionaria.- YANIZ J.,, SANTOLARIA P., LOPEZ-BEJAR M., RUTLLANT J., LOPEZ-GATIUS F. 781

Reproducción: Maduración y Fecundación 'in vitro'

- Desarrollo de embriones bovinos procedentes de oocitos madurados in vitro en presencia de etanol.- DIEZ C., DUQUE P., HIDALGO C., FACAL N., GOMEZ E. 784

- Efecto de diferentes concentraciones de heparina sobre la fertilización in vitro con semen descongelado de toros de la raza Rubia Gallega.- MADRID-BURY N., OTER M., PEREZ-GARNELO S., GUTIERREZ-ADAN A., DE LA FUENTE J. 787

- Fuentes de variabilidad en la producción in vitro de embriones ovinos y comprobación de la supervivencia a término.- AGUILAR B., POULIN N., COCERO MªJ., FOLCH J., ALABART J.L. 790

- Estandarización de un sistema de cocultivo de embriones ovinos en estadios tempranos.- GARCIA-GARCIA R.M., GONZALEZ-BULNES A., DOMINGUEZ V., SANTIAGO–MORENO J., DEL CAMPO A., COCERO MªJ. 793

- Test de BCB y maduración en presencia de cisteamina para mejorar la eficacia de la producción in vitro de embriones procedentes de ovocitos de cabras prepúberes.- RODRIGUEZ-GONZALEZ E., LOPEZ-BEJAR M., VELILLA E., PARAMIO MªT. 796

- El uso de la fecundación in vitro para la evaluación de los sistemas de congelación de semen porcino.- GADEA J., RUIZ S., SELLES E., ROMAR R., MATAS C., COY P.,POTO A., PEINADO B. 799

- Obtención de descendencia viva tras la fecundación in vitro de ovocitos porcinos con espermatozoides crioconservados.- COY P., GADEA J., RUIZ S., ROMAR R., SELLES E., MATAS C., SIEG B., RATH D. 802

- Estudios preliminares sobre la migración de gránulos corticales en oocitos de conejas sometidas a distintos métodos de sincronización de celo.- REBOLLAR P.G., LORENZO P.L., CARNEIRO G.F., LIU I.K..M. 805

Reproducción: Gestación

- Determinación de estrógenos totales en heces de ovejas gestantes mediante un kit comercial de radioinmunoanálisis.- ALABART J.L., FERNANDEZ-ARIAS A., SANCHEZ P., FOLCH J. 808

- Las proteínas asociadas a la gestación en rumiantes.- GARBAYO J.Mª. 811

- Incidencia de la hidrómetra en la agrupación caprina canaria.- BATISTA M., CALERO P., QUESADA E., GONZALEZ F., CABRERA E., GRACIA A. 814

- Perfiles hormonales durante la gestación y pseudogestación en la cabra montés (*Capra pyrenaica hispanica*).- FERNANDEZ-ARIAS A., FOLCH J., ALABART J.L. 817

Reproducción: Producción y evaluación de semen

- Evaluación preliminar de la edad como factor de variación en la electroeyaculación del ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*).- ANEL L., GARCIA A.J., MARTINEZ A.F., SOLER A.J, ANEL E., LOPEZ A., ALVAREZ M., BOIXO J.C., PAZ P., GARDE J. 820

- Parámetros seminales del esperma de Arrui (*Ammotragus lervia*) obtenido mediante electroeyaculación.- PEREZ-GRANELO S., OTER M., DELCLAUX M., TALAVERA C., LOPEZ M., DE LA FUENTE J. 823

- Estudio de las características seminales en toros con balanopostitis ocasionada por el virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina.- PRIETO L., GIL M.C., ROY T.J. 826

- El valor del análisis seminal porcino en las condiciones de explotación comercial.- GADEA J., SELLES E., TOMAS P., RUIZ S. 829

- Optimización de los parámetros de motilidad espermática porcina mediante agrupamiento jerárquico.- QUINTERO-MORENO A., RIVERA DEL ALAMO Mª M., RIGAU i MAS T., RODRIGUEZ-GIL J.E. 832

- Efecto del fotoperíodo sobre la motilidad espermática de semen de verracos destinados a inseminación artificial.- RIVERA DEL ALAMO Mª M., PALOMO PEIRO Mª J., QUINTERO-MORENO A., RIGAU I., MAS T., RODRIGUEZ-GIL J.E. 835

- Influencia del tiempo de almacenamiento a –80°C y de la temperatura de descongelación sobre dosis espermáticas porcinas de baja calidad.- VALDELVIRA J., VIDAL A., ALONSO J., GONSALVEZ L.F. 838

Reproducción: Producción y evaluación de semen

- Peso corporal, circunferencia escrotal y características seminales a la pubertad en ovinos West African y West African x Bergamasca suplementados en una zona tropical.- RODRIGUEZ-URBINA M., MADRID-BURY N., GONZALEZ-STAGNARO C. 841

- Influencia de la estacionalidad en la composición del plasma seminal ovino.- BARRIOS B., PEREZ-PE R., MUIÑO-BLANCO T., CEBRIAN PEREZ J.A. 844

- Influencia de las proteínas del plasma seminal sobre la capacitación de espermatozoides ovinos.- GRASA P., PEREZ-PE R., MARZO A., CEBRIAN PEREZ J.A., MUIÑO-BLANCO T. 847

- Predicción de la capacidad fertilizante mediante análisis por distribución en contracorriente: correlación entre viabilidad y heterogeneidad espermática con fertilidad en campo.- PEREZ-PE R., SEVILLA E., CEBRIAN PEREZ J.A. MUIÑ O-BLANCO T. 850

- Estudio de la congelación de semen ovino: variación de la capacidad antioxidante a través del proceso.- MARTI J.I., MARTI E., MUIÑO-BLANCO T., CEBRIAN PEREZ J.A. 853

- Valoración morfométrica del canal cervical de la oveja mediante imágenes de resonancia magnética.- ALVAREZ M., KAABI M., BOIXO J.C., ANEL E., CHAMORRO C.A., MARTINEZ S., GARCIA C., ANEL L. 856

- Eficacia del tratamiento fotoperiódico (luz+melatonina) sobre los corderos de raza Latxa.- BELTRAN DE HEREDIA F., ARRESE I., UGARTE E., NEIKER AB. 859

RELACION DE AUTORES

ABECIA J.A.,733,736
ACABEDO E.,673
ACEÑA M.,209,493,496
ACERO ADAMEZ P. ,391,394
ADURIZ G.,182
AGUILAR B.,760,763,769,790
AKEL G.,248
ALABART J.L.,745,760,763,766,769,790,808,817
ALAOUI N.,100
ALBANELL E.,655
ALBERTÍ P.,511,574,583
ALBIÑANA B.,751
ALCAIDE V.,766
ALENDA R. ,27,30,
ALFONSO L.,103,688
ALIAGA S.,682
ALLAIN D.,6
ALMERIA S.,185
ALONSO C.,463
ALONSO J.,148,150,544,547,550,838
ALONSO M. ,106
ÁLVAREZ DEL PINO M.C.,352,355
ÁLVAREZ I.,21,127,130,544,547
ÁLVAREZ L.,9
ÁLVAREZ M.,757,820,856
ÁLVAREZ SÁNCHEZ-ARJONA S.,280,517,520
ÁLVAREZ V.,197
ALVES E.,124
ALVIR MªR.,334,337,343
ALZÓN M.,436,583,634
ALZUETA M.J.,553,565,637
AMILLS M. ,48
AMMAR H.,361
AMORENA B. ,191,194,206
ANARTE J.M.,409, 412
ANDRES C. ,673
ANDRES D. De,191,194
ANDRES S.,191,194,328,331
ANDUEZA J.D.,586,607
ANEL E.,757,820,856
ANEL L.,757,820,856
ANGUERA R. ,667
ARAGUREN-MENDEZ J.A.,164
ARANA A.,583,634,640,688
ARANA M.J.,388

ARANIBAR M.J.,481
ARES J.L.,595,598
ARGAMENTERIA A. ,340
ARGENTE Mª J.,12,87
ARGÜELLO A. ,200,646
ARIN M.J.,385
ARIÑO J.,403
ARNAL C.,685
ARRANZ J.J. ,9,15,24,54,197,649
ARRESE F.,66,721,766
ARRIETA I.,224,227
ARRUGA Mª V.,133
ASENJO B.,670,673
AVELLANET R.,421
AZEVEDO J.,718
BABOT D.,115,457,475,478
BADIOLA J.J.,191,194
BAHAMONDE A.,544,547,550
BALCELLS J.,346
BALLESTEROS J.A.,451
BARANDIKA J.,66,182,197
BARBOZA Y.,694,697
BARCELO A.,403
BARO J.A.,42
BARRAGAN C.,115,124,145
BARRIOS B.,844
BARROETA A.C.,676,679
BARTOLOMÉ J.,415
BASELGA M.,78,118
BATISTA M.,814
BAUCELLS F.,292,472
BAUCELLS M.D. ,289,295,472,679
BAYON Y.,54
BELTRAN DE HEREDIA I.,24,66,721,766,859
BENITO R. ,604
BERGA A.M.,242
BERIAIN M.J.,553,565,637,640
BERNABEU R.,236,239
BERNUÉS A.,433,436,439,727,730
BERRIATUA E.,197
BIDANEL J.P. ,3
BILBAO K.,224,227
BLANCO ROA N.E.,541,658
BLASCO A. ,12,60,63,84,87
BLASCO J.M.,139,188
BLAZQUEZ B.,568,625,643
BOCHI O.,358

BODIN L.,859
BOER H.,349
BOIXO J.C. ,652,757,820,856
BORREGO S.,448
BOUZADA J.A.,90
BRITO A.N.V.B.V.,121,155,514
BROUWERS B.,36, 112
BRUFAU J. ,286
BRUNEL J.C.,6
BUSTILLO L.,694
BUXADÉ C. ,463
CABALLERO DE LA CALLE J.R.,442,487
CABALLERO J.V. ,487
CABELLOS CABALLERO B.,739,742
CABRERA E.,814
CADAVEZ V.,616,619,622
CAJA G.,283
CALERO P.,814
CALLEJA A.,331,358
CALSAMIGLIA S.,364,367,370
CALVO J.H.,691
CAMPO J.L.,75,81,106
CAMPO M.M.,574
CAÑEQUE V.,625,628
CAÑON J.,39,42,45,167
CAPOTE J.F.,200,646
CARABAÑO M.D. ,142
CARABAÑO M.J. ,158,161
CARABAÑO R. ,307,310
CARBALLO J.M.,556,559,562
CARDOSO M. ,718
CARDOZO P.W.,364
CARLEOS A.,42
CARNEIRO G.F.,805
CARRIÓN E. ,442
CARRIZOSA J.A.,754
CARRO M.D.,319,373,376,379,382,385
CASALS R.,655
CASASÚS I.,433,436,439,727,730
CASTELLA J.,185
CASTELLANOS C.,124
CASTILLO S. ,236,239
CASTRILLO C.,253,331,571
CASTRO N.,200
CASTRO P. ,535
CASTRO T.,277
CEBRIAN PÉREZ J.A. ,844,847,850,853

CEPERO R.,505
CERCÓS A.,48,145
CERDEÑO A.,221,230,233,256,259,274,523,526,529,532,577
CHACÓN G.,209,499
CHAMORRO C.A.,856
CHASCO J.,640
CHECA Mª L. ,45
CHEMINEAU P.,859
CHERTOUH T.,418
CHIRINOS Z.,142
CIRIA J. ,454,457,670,673
CLIMENT A.,84
CLOP A.,48,115,145
COCERO Mª J.,754,760,763,766,769,790,793
COGNIE Y.,763
COLL A.,115,145
CONILL C. ,283
CORRAL N.,42
CORREIA T. M.,718
CORTEY M.,139
CORTINAS L.,679
COS R.,301
COSTA L.,206
COY P,799,802
CRESPO N.,304
CUBILÓ M.D.,69,93,400,667
CUENCA R.,109
DALTABUIT M.,197
DAVILA B.,9
DAZA A.,215,448,460,463,466
DE ALBA C.,215
DE BLAS C.,307,310
DE LA FUENTE J.,775,787,823
DE LA FUENTE L.F.,15
DE LA ROZA B.,340,601
DE PEDRO E.,124,136,604,607,610,613
DE VEGA A.,298,313, 316
DEL CAMPO VECINO A.,739,742,793
DELCLAUX M.,823
DELFA R.,176,616,619,622
DELGADO N. ,529,589
DELGADO P.,313
DEMO P.,541,658
DIAZ C.,161,784
DIAZ DELFA C.,754
DIAZ I.,115,145
DIAZ M.T.,625,628

DIAZ-SIERRA C. ,526
DIEZ J.,203,544,547,550
DIEZ M.T. ,385
DIEZ P. ,218,424
DIEZ TASCON C.,54
DOMINGUEZ V.,793
DUNNER S.,36,39,45,112
DUQUE P.,784
ECHEGOYEN E.,745,763,769
EGGEN A.,57
EGUINOA P. ,436,553,565,583,634,637
ELGARRESTA M.,224,227
ELSEN J.M.,6
ENGUITA M.,253
ERBURU J.A.,634
ESCODA L.,667
ESCRIBANO M.,245,409,412
ESPEJO M.,415
ESPINOSA A.,307,310
ESTANY J. ,69,93,400
ESTEVE-GARCÍA E. ,304
FABREGAS X.,700,703,706,709
FACAL N.,784
FALAGAN A.,152
FARIA-MARMOL J.,337
FERNÁNDEZ A.,136,145
FERNÁNDEZ I.,203
FERNÁNDEZ M.,544,547
FERNÁNDEZ Mª T. ,30
FERNÁNDEZ TEJON J.,544,547
FERNÁNDEZ V.,388
FERNÁNDEZ-ARIAS A.,745,808,817
FERRER D.,185
FERRER K.,694
FERRET A. ,364,367,370
FLOX J.R. ,215, 469
FOLCH J.,745,760,763,766,769,790,808,817
FOLCH JM. ,51,115,145
FONDEVILA M.,289,295,298
FORCADA F.,733,736
FRANCESCH A.,93,667
FRUTOS P.,268,274,325,352,355
FUENTES S.,766,775
GADEA J.,799,802,829
GALLEGO L. ,490,631,748,751
GALLEGO R.,90
GALOBART J.,679

GALVAO L.,718
GARBAYO J.Mª. ,811
GARCÍA A.,490
GARCÍA A.I.,307
GARCÍA A.J.,748,751,820
GARCÍA C.,856
GARCÍA D.,66,167
GARCÍA DAVILA S.,81
GARCÍA E.,109
GARCÍA GARCÍA R.M.,754
GARCÍA M.,106
GARCÍA M.J.,535
GARCÍA M.L.,78,118
GARCÍA P.,538
GARCÍA PALOMA J.A.,724
GARCÍA R.,133,358,451
GARCÍA S.,499
GARCÍA-BELENGUER S. ,209,493,496
GARCÍA-CACHÁN M.D.,415,577,580
GARCÍA-CERVIGON M.,766
GARCÍA-GARCÍA R.M.,739,793
GARCÍA-MARIN J.L. ,139
GARCÍA-OLMO J.,124,604,607,610,613
GARCÍA-PÉREZ A.L. ,66,182
GARDE J.J., 748,751,820
GARIN D.,283
GARMENDIA K.,224,227
GARRASTAZU A. ,224,227
GARRIDO A.,136,586,589,592,598,604,607,610,613
GARRO J.,224,227
GASA J. ,292,295,397,472,676
GASCÓN M.,209,493,496
GASPAR E.,242
GEIJO M.,197
GEORGES M. ,36,112
GIL M.C.,826
GILBERT H.J. ,403
GIRÁLDEZ F. J.,221,230,256,268,271,274,325,352,355,529
GISPERT M.,661,664
GÓMEZ A.,259,355,523,532
GÓMEZ BRUNET A. ,739,742
GÓMEZ CABRERA A.,388,451,589,592
GÓMEZ E.,772,784
GÓMEZ J.A.,490,748,751
GÓMEZ M.,109,164
GÓMEZ-RAYA L.,18
GOÑI V.,553,565,637

GONSALVEZ L.F. ,150,148,838
GONZÁLEZ B.,191,194
GONZÁLEZ F.,814
GONZÁLEZ J.,334,337,343,661,664
GONZÁLEZ J.S.,265,319,322,328,652,331,358,361
GONZÁLEZ M. ,242
GONZÁLEZ R.,463
GONZÁLEZ RONQUILLO M.,346
GONZÁLEZ-BULNES A.,739,742,754,793
GONZÁLEZ-STAGNARO C.,715,841
GORRAIZ C.,553,565,637
GOYACHE F. ,21,127,130,203,544,547,550
GRACIA A.,814
GRACIA M.I.,481
GRASA P.,847
GROBET L.,36,112
GUADA J.A.,253,313,316
GUATIER M.,57
GUERRA C.,757
GUERRERO GINEL J.E.,589,592
GUIRAO J.,580
GUTIÉRREZ GIL B.,15
GUTIÉRREZ I.,310
GUTIÉRREZ J.P.,21,127,230
GUTIÉRREZ-ADAN A.,787
HALEY C.S.,12
HANSET R,39
HAYES H.,57
HERNÁNDEZ D.,9,142,152
HERNÁNDEZ P.,63
HERNANDIS A.,505
HERRÁIZ P.L.,415
HERVAS G.,268,355,325,349,352
HETENYI L.,541,658
HIDALGO C.,784
HORCADA A.,565,640
HUBA J.,541,658
HURTADO A.,66,182
INDURAIN G.,553,565,583,637
IRIARTE J.C. ,103
ISAC M.D.,388
JANACUA H.,253
JIMENO V. ,277
JORDANA J.,164,100,109,421
JURADO J.J., 152
JUSTE R.A.,66,197
KAABI M.,856

LAHOZ F. ,511
LANDA R.,271, 274
LANDETE-CASTILLEJOS T.,490,748,751
LANTIER F.,6
LANTIER I.,6
LARRAYAD R.,139
LARREA I.,553
LATA R.,691
LATORRE M.A.,301
LAUREN P.,57
LAUZURICA S.,625,628
LAVARA C.,78,33
LAVÍN P. ,218,221,230,233,256,424
LEGARRA A.,24,649
LETE J.M.,224,227
LIU I.K..M. ,805
LIZARDO R.,664
LLAURADÓ LL.,286
LLORENTE MªM.,173
LOPES J.C.O.,121,155,514
LÓPEZ A.,63,748,820
LÓPEZ BOTE C.J.,466
LÓPEZ J., 218,221,256,259,271,523,526,529,532
LÓPEZ J.L.,200,646
LÓPEZ M.,823,685
LÓPEZ S.,203,265,319,322,328,331,358,361,379,385,544,547,550,652
LÓPEZ SÁNCHEZ M. ,484
LÓPEZ T.,42
LÓPEZ-BEJAR M.,778,781,796
LÓPEZ-GATIUS F.,778,781
LÓPEZ-ROMERO P.,158
LÓPEZ-SEBASTIAN A.,739,742,754
LORENZO P.L.,805
LOZANO L.M.,90
LUIZ RAMELLA J.,265,652
LUJAN L.,191,194
MACIE E.S.,574
MADRID-BURY N. ,715,787,841
MANDALUNIZ N.,445
MANRIQUE E.,418,439
MANSO A.,766
MANTECA X.,96
MANTECÓN
A.R.,218,221,230,233,256,259,265,268,271,274,277,325,352,355,424,526,529,523,532,
577,652
MANZANARES C. ,625,628
MANZANILLA E.G.,292

MANZO T.,277
MARCO M.,63
MARÍA G.,499,502,505
MARICHAL A.,646
MARIJUAN S.,224,227
MARÍN C.Mª. ,188
MAROT V.,36,112
MARQUEZ E.,697,694
MARTI E.,853
MARTI J.I.,853
MARTIN M.,292,553
MARTIN POLO J.L. ,280
MARTÍNEZ A.,340,535,538
MARTÍNEZ A.F.,820
MARTÍNEZ CEREZO S.,571,574
MARTÍNEZ DE ALBENIZ E.,224,227
MARTÍNEZ M.J.,538,601
MARTÍNEZ Mª.L.,451
MARTÍNEZ S.,856
MARTÍNEZ-PUIG D.,289,397
MARTÍNEZ-ROLLON R.S. ,529
MARTIN-ORÚE S.M.,403
MARZO A.,847
MATAS C.,799,802
MATEOS G.G. ,301,481
MATHERS J.,403
MATOS S.,616,619,622
MAURICIO R.,718
MAZA MªT.,242
MEDEL P.,301
MENDIZABAL J.A.,583,634,640
MENDONÇA A.,718
MENENDEZ J.,203
MENISSIER F.,39
MESIAS F.J.,245,409,412
MIGUEL E.,568,643
MIGUEL J.A.,670,673
MIGUEL MªJ. De,188
MILÁN D. ,3
MILÁN M.J.,415
MINTEGI L.,766
MIRANDA M.E.,39
MOCE E. ,33
MOCE M.L.,84
MOCHA M.,538,601
MODROÑO S.,340
MOLINA E.,69,93,400

MONCLÚS C.,139
MONSERRAT L.,556,559,562
MONTEAGUADO L.V. ,133
MONTES A.,538
MONTÓN I.,454,457
MONTORO V. ,90,430
MONZÓN M.,206
MORALES J.,289,295
MORENO A.,161,182
MORENO C.,6,298
MORS R.,301
MOTA M.,316, 346
MOUROT J.,664
MUIÑO-BLANCO T.,844,847,850,853
MUÑOZ F.,586,607
MUÑOZ I.,106
NAFARRETE L.,224,227
NOFRARÍAS M.,472
NOGUERA J.L. ,18,48,115,145,460
NOVAIS P.M.M. ,121
NOVAL G.,544,547
NUÑEZ Mª N.,136,595,598
OHMANE M.H.,15
OLAIZOLA A. ,418
OLIETE B.,556,562,559
OLIVÁN MªC., 535,538, 601
OLIVER F.,430
OLIVER M.A.,145,155
OLIVERA J.,760,763,766,769
OLLETA J.L.,511,571,574
OLMEDA M.,236,239
OLMEDO J.A.,757
ONEGA E.,568,625,628,643
OPORTO B.,66
OREGUI L.M,427,445,262
ORTEGA J.A.,12,87
OSORO K.,535,538
OSTA R.,57
OTER M.,787,823
OUHIDA I.,397
OVEJERO I.,448,466
OVILO C.,115,124,145
PACHECO C.,194
PAJARES G.,203
PALACIO J.,209,493,496
PALOMO PEIRO Mª J.,835
PANEA B.,511,571,574

PARAMIO MªT.,796
PARDOS J.J.,574
PARERA J.,475
PARRA J.,454,457
PASTOR J.,109
PAZ F.,589,592
PAZ P.,757,820
PEINADO B.,799
PELAEZ R.,265
PELLITERO M.A.,319
PEÑA E.,748
PEÑA J.C.,487
PEREIRA DA SILVA R.M. ,155,514
PEREIRA E.,616,619,622
PEREIRA J.C.,334
PÉREZ C.,625,628
PÉREZ D.M. ,388
PÉREZ DE ARENAZA A. ,427, 553
PÉREZ E.M.,90,430
PÉREZ J.F.,289,292,295,397
PÉREZ M.,206,358
PÉREZ M.A.,27
PÉREZ MARIN MªD.,589,592,598,610
PÉREZ-ENCISO M. ,6,48,115,145
PÉREZ-GARNELO S.,787,823
PÉREZ-GUZMÁN MªD,152,430
PÉREZ-PE R.,844,847,850
PEROJO A.,262
PIEDRAFITA J. ,96,415
PIROTTIN D.,36,112
PLA M. ,682
PLÀ L.M.,478
POL MªV.,655
POLAK P.,541
POMAR J. ,478
PONCELET D.,36,112
PONSA M.,100
PONZ R.,6
POTO A.,799
POULIN N.,790
PRIETO L.,826
PUIGDOMENECH A.,607
PUIGVERT X.,661
PUJOL S.,286
PULIDO F. ,245,409,412
PURROY A. ,583,634,637,640
QUESADA E.,814

QUINTANILLA R. ,3,415
QUINTERO-MORENO A.,832,835
RAMOS G.,325
RANILLA M.J. ,322,328,361,373,376,379,382,385
RASO M.,268
RATH D.,802
RAUW WM.,18
REBOLLAR P.G.,805
REINA R.,191,194
REKAYA R.,158
REVILLA R. ,433,439,493,496,727,730
RIGAU i MAS T.,832,835
RINCON-CARRUSO X.,676
RIOPÉREZ J.,215,466
RIPA C.,103
RIVERA DEL ALAMO MªM.,832,835
ROCHE A.,763,766,769
RODELLAR C. ,57
RODES D.,209
RODRIGAÑEZ J.,72,136,613
RODRIGUES S.,616,619,622
RODRÍGUEZ C.,72,136,124,343,757
RODRÍGUEZ C.A. ,334,337,340
RODRÍGUEZ DE LEDESMA A.,245,409,412
RODRÍGUEZ M.C.,613,115
RODRÍGUEZ Mª,367,370
RODRÍGUEZ-GIL J.E. ,832,835
RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ E.,796
RODRÍGUEZ-URBINA M.,715,841
ROMAN R.,694,697,799,802
ROY R.,57
ROY T.J. ,826
ROYO L.J.,36,112
RUBIO J.,343
RUBIO S.,298
RUIZ DE HUIDOBRO F. ,568,625,628,643
RUIZ I.,152
RUIZ J.,694,697
RUIZ M.T. ,670
RUIZ R.,427
RUIZ S.,799, 802,829
RUTLLANT J.,778,781
SALA R.,397,676
SALEM A.Z.M.,322,328
SAN PRIMITIVO F.,9,15,54
SÁNCHEZ A.,48,51,115,145
SÁNCHEZ C.,451

SÁNCHEZ GONZÁLEZ J. ,598
SÁNCHEZ L.,559,556,562
SÁNCHEZ M.,248
SÁNCHEZ P.,769,808,745
SÁNCHEZ-RECIO J.M.,415
SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ M.E.,280
SANJUAN A.,248
SANTACREU M.A. ,84,87
SANTAMARÍA C.,634
SANTAMARÍA P.,224,227
SANTA-MARTINA J.,541,658
SANTIAGO-MORENO J.,739,742,754,793
SANTOLARIA M.P.,209,778,781
SANTOS B.,203
SAÑUDO C.,499,511,571,574
SANZ A.,433,436,439,727,730
SANZ-PARRA A.,66
SARRIES V.,553,565,637
SEGARRA J.,625,628
SELLES E.,799,802,829
SERRADILLA J.M.,595,598
SERRANO E.,230,233,424,523,532
SERRANO X.,571,253
SEVILLA E.,850
SIEG B.,802
SIERRA I.,499
SILIO L. ,72,115,124,136,145,613
SLIMENE A.,499,502
SLONIEWSKI K. ,541
SOLAGUREN F.,224,227
SOLANAS E.M.,253
SOLANES X.,93
SOLER A.J.,748,820
SOLER J.,661,664
SOLIS M.,613
SORET B.,583,640,688
SPARAGANO O. ,185
SUCH X. ,655,700,706,709
TALAVERA C.,823
TAMMINGA S. ,349
TEIXEIRA A. ,616,619,622
TEJEDOR C.,133
TEJIDO M.L.,361,373,376,382,385
TIBAU J. ,661,664
TOMÁS A.,48,145
TOMÁS P.,829
TOR M.,69,93,400,667

TORO M.,72,115,124
TORRALLARDONA D.,286
TURRADO H. ,75
UGARTE E.,24,721,859
UREÑA F.,544,547
URIARTE J. ,173,176,179
URRUTIA B.,754
VALARES J.A. ,733,736
VALDELVIRA J.J.,148,150,838
VALDERRÁBANO J.,173,176,179
VALDES C.,319
VALENTIM R.C.,718
VALIENTE O.,313,316
VARELA A.,556,559,562
VARGAS A.,191
VARONA L.,18,48,115,145
VELASCO S.,625,628
VELILLA E.,796
VERGARA H.,631
VICENTE F.,346
VICENTE J.S.,33,78
VIDAL A.,148,150,838
VIDAL J.,460,475
VIDAL M.,460
VIEIRA C. ,259,271,526,577,580
VILA B.,676
VILARO F.,69,400
VILLA TERRAZAS A. ,724
VILLADANGOS B.,218,424
VILLALBA D.,69,93,400
VILLALTA M.,139
VILLANUEVA I.,637
VILLARROEL M.,499,502
VISSCHER P.M.,12
VITTO R.,454,457
VIUDES-DE-CASTRO M.P.,33
WILLIAMS B.A.,349
WILLIAMS J.,39
YAHYAOUI MH.,51
YANIZ J.,778,781
ZARAGOZA P.,57,691
ZULET M.,565
ZUÑIGA O.,736,733
ZURIARRAIN I.,224,227

Sistemas ganaderos

ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS GANADEROS EXTENSIVOS DE DEHESA EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN Y DE SU ORIENTACIÓN PRODUCTIVA

Pulido, F.; Mesías, F.J.; Anarte, J.M.; Rodríguez de Ledesma A.; Escribano, M.
Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura.
Ctra. de Cáceres, s/n; 06071- BADAJOZ

I. INTRODUCCIÓN

En el trabajo se estudia la estructura de los sistemas de dehesas en Extremadura, mediante el análisis de 143 explotaciones adehesadas que suponen el 4% de la superficie total de dehesa de la región. Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Investigación "Estudio del impacto de la reforma de la PAC sobre explotaciones ganaderas extensivas en Extremadura", financiado por el I Plan Regional de Investigación IPR (1998-2001).

El análisis de la evolución del tamaño de las explotaciones amplía el conocimiento de la estructura actual de los sistemas de dehesas, observándose que en los siete últimos años ha experimentado un incremento del 6,40 % de su superficie total.

II. MATERIAL Y MÉTODO

La técnica utilizada ha sido la realización de encuestas, siguiendo un muestreo aleatorio y siendo su significación (error inferior al 5%) suficiente para este tipo de investigaciones. De las mismas explotaciones (143) se recogen los datos correspondientes al año 1999 y los de carácter histórico de la explotación desde 1993-1998. Los resultados obtenidos se detallan en función de los estratos de superficies y de las especies ganaderas explotadas de mayor relevancia en los sistemas analizados (bovina, ovina, rumiante-porcina y bovina-ovina).

La estructura de las explotaciones de dehesas de Extremadura se estudia utilizando variables referidas a las superficies de uso ganadero del año 1999 y la variación de éstas con respecto al año 1993. Las variables de agrupación se han generado tomando como partida criterios existentes en la bibliografía, de carácter técnico-económico o de estudios anteriores (Pulido y Escribano, 1994; Escribano et al., 1996, 1997). Las variables de tipificación utilizadas son las siguientes:

A) Tipología ganadera: describe la orientación ganadera de la explotación y se agrupan en:

- B: Explotaciones en las que > 2/3 de las UGM totales existentes en la explotación corresponden a ganado bovino de carne.

- BO: Explotaciones mixtas con ganado bovino y ovino de carne, pero sin porcino ibérico (sin predominio marcado de ninguna de las dos especies).

- O: Explotaciones en las que > 2/3 de las UGM totales existentes en la explotación son de ganado ovino

- RP: Explotaciones en las que aparece el porcino ibérico con bovino y/o ovino. En este grupo se han querido incluir todas las explotaciones con porcino ibérico pues el tamaño de la muestra no permitió obtener datos de suficientes explotaciones de vacuno-porcino y ovino-porcino, vacuno-ovino-porcino, y porque el peso económico del porcino ibérico es muy superior al del vacuno u ovino.

B) Estratos: describe el tamaño territorial (superficie total) de la explotación y se clasifican en: < 250 ha; 250-500 ha; 500-750 ha; > 750 ha.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra de dehesas analizada supone 80.945 ha de superficie total, observándose que el predominio corresponde a las explotaciones de ganado ovino, con 40.475 ha, que representa el 50 % del total de la superficie considerada.

El tamaño medio de las explotaciones de dehesas analizadas es de 497 ha de SAU. El tamaño más grande de la explotación corresponde a las explotaciones "BO", con 742 ha de SAU, aunque su superficie representa sólo el 12,8 % de la superficie total de la muestra. Las explotaciones de orientación bovina son las de menor tamaño, con 351,6 ha de SAU, representando un 25% de la muestra analizada. Las explotaciones ovinas tienen una superficie media de 572 ha, que suponen el 49,6%, siendo ésta en la actualidad la orientación predominante de los sistemas extensivos. Las explotaciones rumiantes mixtas representan el 12,7% del tamaño de la muestra y sin embargo tienen el 18,5% de la superficie arbolada total, lo cual hace que sean de quercíneas y pastos y estén condicionadas por el aprovechamiento en montanera del porcino ibérico.

Tabla I. Distribución de las superficies territoriales en relación a la ganadería predominante en el año 1999 y su variación con respecto a 1993

	Orientación ganadera														
Sup	B (n=50)			BO(n=12)			O(n=62)			MR(n=19)			Total(n=143)		
	%	m (ha)	% 93/99	%	m (ha)	% 93/99	%	m (ha)	% 93/99	%	m (ha)	% 93/99	%	m (ha)	% 93/99
ST	24,6	356,1	8,2	12,8	743,4	8,4	50,0	586,6	6,5	12,6	484,3	1,3	100	506,2	6,5
SAU	24,7	351,6	7,8	13,0	741,8	8,4	49,6	572,1	6,7	12,7	480,0	1,1	100	497,7	6,4
A	31,2	206,0	6,8	7,6	201,5	2,9	42,6	228,1	9,7	18,5	325,7	-0,5	100	230,8	6,2
I	18,7	4,6	54,3	1,6	1,6	9,3	73,0	14,5	-1,9	6,7	4,3	38,9	100	8,5	7,7
M	22,6	26,5	-5,3	7,7	36,1	81,3	65,0	61,7	-3,9	4,7	14,6	3,4	100	41,0	-0,3
TC	22,3	64,8	10,4	8,9	103,3	53,9	55,4	131,0	-2,1	13,5	104,5	5,2	100	101,9	4,9
CF	29,6	26,7	-7,2	8,4	30,3	155,4	30,9	22,6	7,6	31,0	74,5	3,2	100	31,5	6,3
P	25,6	312,5	5,5	13,7	668,8	6,3	46,8	463,8	9,5	13,8	449,5	0,4	100	426,9	6,7

ST: Superficie total; SAU: Superficie agraria útil; A: Arbolada; I: Improductiva; M: Matorral; TC: Total cultivada; CF: exclusivamente cultivos forrajeros de usos ganadero; P: Pastos; %: Relación porcentual de la variable de la orientación con respecto al total; m: valor medio en ha; %93/99: Incrementos porcentuales sufridos en la serie temporal; Orientación productiva: Bovina (B), bovina-ovina (BO), ovina (O), rumiante con porcino (RP).

En el conjunto de las explotaciones se aprecia que durante el período de estudio la superficie total de la muestra se ha incrementado en un 6,5% la superficie total de la muestra, disminuyendo las superficies de matorral (–0,3%) y aumentando en un 4,9% la superficie total cultivada. El incremento de los terrenos dedicados a pastos ha sido del 6,7%. Los mayores incrementos en la superficie cultivada, ya sean para grano o para alimentos forrajeros de consumo por el ganado, se han producido en las explotaciones bovinas y ovinas. Sin embargo, los menores crecimientos observados corresponden a las explotaciones de bovino y de ovino, para los cultivos forrajeros y para la superficie total cultivada, respectivamente. Por otro lado, es en las explotaciones ovinas donde se han producido los mayores incrementos en la dedicación de terrenos a pastos, alcanzando un 9,5%.

En la tabla II se detalla la distribución de la superficie en función del tamaño de la explotación. Puede observarse que las de menos de 250 ha, aunque son un número considerable de explotaciones (48), tan sólo representan el 9,2 % de la superficie total de la muestra. El 54,9% de la superficie de análisis corresponde a las explotaciones con más de 750 ha y un tamaño medio de 1385 ha de superficie total.

Los mayores incrementos de SAU experimentados entre 1993 y 1999 se han dado en el estrato T3, es decir en aquellas explotaciones que se sitúan en la franja de las 500 a 750 ha. Éstos incrementos se han asociado a una disminución de un 15,3% de los terrenos cultivados. Sin embargo, los cultivos forrajeros de consumo por el ganado se incrementan en un 10,1%. En estas explotaciones es donde mayores son los incrementos de los terrenos dedicados a pastos, situándose el aumento en un 17,9%.

Las de pequeña superficie agraria útil no muestran esta tendencia extensificadora pastoralista, siendo las de menores crecimientos de superficie dedicada a pastos, incrementándose un 35,3% la superficie labrada y apreciándose un descenso de los terrenos de monte y matorral del 30,4% y un aumento del 86,1% de las superficies forrajeras. Estos sistemas están experimentando un incremento de los niveles de cargas ganaderas que fuerzan al aumento de los terrenos cultivados en detrimento de los dedicados a pastos.

Tabla II.- Distribución de las superficies territoriales en relación con el tamaño de la explotación para el año 1999 y su variación con respecto a 1993

Dimensión estratificada de la explotación															
Sup	T1(n=48)			T2(n=42)			T3(n=21)			T4(n=32)			Total(n=143)		
	%	M	% 93/99	%	M	% 93/99	%	M	% 93/99	%	M	% 93/99	%	M	% 93/99
ST	9,2	118,1	5,0	19,8	364,6	4,3	16,3	628,0	11,7	54,9	1.385,1	6,0	100	506,2	6,5
SAU	9,2	116,4	4,3	19,8	359,0	4,1	16,0	608,3	12,3	54,7	1.366,4	6,1	100	497,7	6,4
A	10,4	60,7	-1,7	20,9	175,7	3,0	21,6	379,8	13,6	47,1	543,8	6,4	100	230,8	6,2
I	8,0	1,7	82,5	17,9	5,5	27,3	30,3	19,7	-3,6	43,8	18,7	2,0	100	8,5	7,7
M	7,3	7,6	-30,4	25,1	37,5	3,6	26,1	81,3	3,9	41,5	84,9	2,7	100	41,0	-0,3
TC	11,0	28,4	35,3	21,3	79,1	-4,9	11,6	90,2	-15,3	56,1	285,7	9,8	100	101,9	4,9
CF	10,2	8,2	86,1	28,9	33,1	-13,3	14,7	35,3	10,1	46,2	72,8	10,3	100	31,5	6,3
P	8,9	96,0	1,1	20,2	313,0	4,3	16,9	551,1	17,9	54,0	1.153,5	5,4	100	426,9	6,7

ST: Superficie total; SAU: Superficie agraria útil; A: Arbolada; I: Improductiva; M: Matorral; TC: Total cultivada; CF: exclusivamente cultivos forrajeros de usos ganadero; P: Pastos; %: Relación porcentual de la variable de la orientación con respecto al total; M: valor medio en ha; %93/99: Incrementos porcentuales sufridos en la serie temporal; Dimensión estratificada de la explotación: T1 (< 250 ha), T2 (250-500 ha), T3 (500-750 ha) y T4 (> 750 ha)

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Pulido, F. & Escribano, M. (1994). The dehesa system. Analysis of typical dehesas of south west of Spain. En Albisu&Romero Edit. Enviromental and land use inssues in the mediterranean basin. Wissenchaft Verlag. Vauk. Kiel. Denmark.

Escribano, M.; Pulido, F.; Rodríguez de Ledesma, A.; Mesías, F.J. (1996). Determinación de los recursos que cubren las necesidades alimenticias en sistemas de dehesas. Arch. Zootech. Vol 45, pp. 379-393.

Escribano, M.; Rodríguez de Ledesma, A.; Mesías, F.J.; Pulido, F. (1997). Indices técnicos de gestión ganadera en espacios agrarios adehesados. ITEA Producción Animal. Vol 93. Nº 2, pp. 99-118.

RELACIÓN ENTRE TAMAÑO DE LA EXPLOTACIÓN Y NIVELES DE CARGAS GANADERAS EN SISTEMAS EXTENSIVOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL DE DEHESAS

Escribano, M. ; Rodríguez de Ledesma A.; Mesías, F.J.; Anarte, J.M. ; Pulido, F.
Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura.
Ctra. de Cáceres, s/n; 06071- BADAJOZ

I. INTRODUCCION

En el trabajo se estudian los niveles de cargas y presión ganadera de los sistemas de dehesas en Extremadura, mediante el análisis de 143 explotaciones, que suponen el 4% de la superficie total de dehesa de la región. La técnica utilizada ha sido la realización de encuestas, siguiendo un muestreo aleatorio y siendo su significación suficiente para este tipo de investigaciones (error inferior al 5%). El trabajo complementa estudios procedentes sobre niveles de presión ganadera en sistemas extensivos, así como sobre los componentes estructurales que influyen en el aprovechamiento de los pastos por la ganadería (Pulido y Escribano, 1994; Escribano et al., 1996, 1997).

II. MATERIAL Y MÉTODO

Los niveles de presión ganadera que soporta el territorio en un momento dado se expresan en unidades de ganado mayor (UGM) por hectárea de superficie agraria útil (SAU) de cada explotación. Se analizan los niveles de cargas ganaderas totales del sistema (CGt), extrayendo de cada una de las explotaciones las debidas al ovino (CGov), al vacuno de carne (CGv) y al porcino ibérico (CGp). Las variables son estudiadas para cuatro tratamientos o estratos: T1) explotaciones con < 250 ha de superficie total; T2) explotaciones situadas entre 250 y 500 ha de; T3) explotaciones situadas entre 500 y 750 ha; y T4) explotaciones >750 ha.

El tratamiento de la matriz de datos se ha realizado inicialmente mediante análisis de la varianza, con el paquete estadístico SPSS 10.0.1., según modelo: $y_{ik=}\mu_{+}T_{k}+E_{ik}$, siendo μ la media, T el efecto del tratamiento y E el error aleatorio.

Las diferencias entre las cargas ganaderas de cada estrato se determinan según la media de las subpoblaciones que genera el factor de variación. Las diferencias entre los niveles de presión ganadera entre cada estrato son medidas mediante el test de comparaciones múltiples de Bonferroni, considerado adecuado para el tratamiento de grupos de diferentes tamaños. En el análisis no se detectaron diferencias con el test de Tukey, considerado éste más adecuado para muestras poblacionales de tamaño grande.

También se muestra el análisis de las correlaciones existentes para niveles de significación $p < 0,05$ y $p< 0,01$ entre niveles de presión ganadera, unidades ganaderas y tamaño en SAU de la explotación, indicando los niveles de significación en la matriz mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla I contiene los estadísticos descriptivos (media y desviación) para la variable carga ganadera (CG), apreciándose un valor medio decreciente de carga ganadera desde las explotaciones <250 ha a las explotaciones >750 ha.

Paralelamente se muestran los niveles de significación del conjunto de explotaciones analizadas, siendo indicadas las diferencias mediante significación al 95% o al 99%, para cada caso y tratamiento mediante test de comparación, que analiza la diferencia existente entre cada par de medias (letras diferentes para tratamiento indican diferencias significativas entre tratamientos)

unidades ganaderas por ha de SAU, observándose mediante la comparación de medias diferencias significativas entre los niveles de menor y mayor tamaño de la explotación ($p<0,05$).

Al analizar la contribución de las especies, los niveles medios del ovino y del vacuno se sitúan en 0,28 y 0,27 UGM/ha, respectivamente, observándose diferencias significativas ($p<0,01$) entre las explotaciones de menor y mayor tamaño. Tanto los niveles de cargas ganaderas totales como los de estas dos especies son decrecientes según se incrementa el tamaño de la explotación.

Sin embargo, la significación se da entre los estratos extremos, indicando que las explotaciones de menor tamaño tienden a incrementar los niveles de cargas ganaderas; al contrario de las de mayor superficie que se comportan extensificando aún más el sistema productivo. Los estratos intermedios se comportan como transición progresiva sin saltos importantes.

Paralelamente, los niveles de cargas ganaderas en el caso del porcino no se ven influidos por el tamaño de la explotación, estando condicionados, en gran medida, por el tipo de producción en montanera.

Tabla I. Relación entre estratos y los niveles de cargas ganaderas (valores medios en UGM/ha de SAU en el año 1999)

	T1		T2		T3		T4		Total		
	n	Media	n	Media±DS	n	Media±DS	n	Media±DS	n	Media±DS	Sig
CGov	24	0,36±0,20 A	28	0,31±0,19AB	15	0,22±0,14AB	27	0,20±0,13B	94	0,28±0,18	**
CGv	31	0,37±0,16A	22	0,26±0,15AB	14	0,25±0,17AB	24	0,18±0,12B	91	0,27±0,16	**
CGp	15	0.04±0,03a	13	0.04±0,02a	9	0.03±0,02a	15	0,03±0,02B	52	0.03±0,02	NS
CGt	48	0,43±0,18a	42	0,35±0,19ab	21	0,34±0,14ab	32	0,32±0,14b	143	0,37±0,17	*

CGov, CGv, CGp, CGt= Carga ganadera (UGM/ha de SAU) debida al ovino (ov), vacuno (v), porcino (p), total del sistema (t).T1, T2, T3, T4= Tratamientos o estratos de superficies de las explotaciones: (<250 ha; 250-500 ha; 500-750 ha; y >750 ha). Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos minúsculas ($p<0,05$), mayúsculas ($p<0,01$); n= número de explotaciones analizadas para cada variable y tratamiento.

En la tabla II se recoge la matriz de correlaciones entre las unidades ganaderas presentes en el sistema, los niveles de cargas ganaderas de las diferentes especies y las totales, así como la superficie agraria útil.

Puede observarse la relación existente entre las unidades ganaderas totales y la de las diferentes especies con el tamaño en SAU de la explotación, apreciándose que son las unidades ganaderas ovinas (UGMov) las que presentan un mayor nivel de correlación ($r=0,805$, $p<0,01$). Del análisis de la relación de las UGM de las diferentes especies se desprende que las correlaciones mutuas entre sí son todas significativas al 95 y 99%, siendo la relación UGMov y UGMp la de mayor nivel de correlación ($r=0,773$, $p<0,01$). Este hecho indica una relación positiva entre ambas especies en los sistemas de explotación extensivos. Igualmente, en el ovino destacan los altos niveles de correlación con el total de las UGM presentes en el sistema, resultando ser la especie más representativa de estos sistemas. Conforme aumentan las UGM totales, aumenta la contribución de la especie ovina ($r=0,867$, $p<0,01$).

Los niveles totales de unidades ganaderas dejan entrever relaciones en términos generales. Sin embargo, al observar los niveles de presión ganadera se aprecia que tan sólo guarda correlación positiva con las unidades ganaderas totales del ganado

vacuno presente en la explotación (r=0,239, p<0,05) y, sin embargo, parece independiente del de otras especies. Más interesante aun es observar que los niveles de cargas ganaderas del sistema se encuentran correlacionados negativamente con la SAU del sistema (r=-0,189, p<0,05).

Tabla II. Matriz de correlaciones entre variables analizadas

SAU	UGMov	UGMv	UGMp	UGMt	CGov	CGv	CGp	CGt	
1.000	0.805**	0.575**	0.669**	0.879**	-0.260*	-0.394**	-0.056	-0.189*	SAU
	1.000	0.319*	0.773**	0.867**	0.227*	-0.407**	0.225	0.076	UGMov
		1.000	0.444**	0.776**	-0.255	0.276**	-0.238	0.239*	UGMv
			1.000	0.768**	0.234	-0.396*	0.397**	-0.037	UGMp
				1.000	-0.049	0.070	-0.136	0.174*	UGMt
					1.000	-0.297*	0.212	0.635**	CGov
						1.000	0.154	0.732**	CGv
							1.000	0.318*	CGp
								1.000	CGt

CGov, CGv, CGp, CGt= Carga ganadera (UGM/ha de SAU) debida al ovino (ov), vacuno (v), porcino (p), total del sistema (t). UGMov, UGMv, UGMp, UGMt= Unidades de ganado mayor debidas al ovino, vacuno, porcino y total del sistema. SAU= Superficie agraria útil.** La correlación es significativa al nivel 0,01* La correlación es significativa al nivel 0,05.

Al estudiar el diferente comportamiento de los niveles de cargas ganaderas de las especies en relación con el tamaño de la SAU se observa correlación negativa con el vacuno CGv (r=-0,394, p<0,01) y el ovino CGov (r=-0,260, p<0,05). Sin embargo, el porcino no se ve afectado, con lo cual el análisis del sistema nos revela la relación inversa entre los niveles de cargas ganaderas y la SAU, siendo la correlación más evidente la de la especie vacuna, que incrementa los niveles de cargas ganaderas en las explotaciones de menor tamaño.

Al analizar la relación entre los niveles de cargas ganaderas de las diferentes especies con los totales de los sistemas extensivos, se observa que los mayores niveles de correlación se dan con el vacuno (r=-0,732, p<0,01), señalando la contribución de esta especie a los niveles totales de de cargas ganaderas de la muestra. Paralelamente, es indicativa la relación inversa entre los niveles de cargas ganaderas del ovino y del vacuno (r=-0,297), así como con las UGM totales de ovino (r=-0,407, p<0,01). Esto pone de manifiesto que, en condiciones normales, no es frecuente la explotación simultánea de ambos rumiantes en los sistemas extensivos y que los incrementos de los niveles de cargas ganaderas de una de estas especies condiciona la disminución en la otra. Por otro lado, la asociación ovino-porcino ibérico se ve reforzada por la exclusión de éste con el vacuno (r=-0,396, p<0,05).

IV. REFENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Pulido, F. & Escribano, M. (1994). The dehesa system. Analysis of typical dehesas of south west of Spain. In Albisu&Romero Edit. Enviromental and land use inssues in the mediterranean basin. Wissenchaft Verlag. Vauk. Kiel. Denmark.

Escribano, M.; Pulido, F.; Rodríguez de Ledesma, A.; Mesías, F.J. (1996). Determinación de los recursos que cubren las necesidades alimenticias en sistemas de dehesas. Arch. Zootech. Vol 45, pp. 379-393.

Escribano, M.; Rodríguez de Ledesma, A.; Mesías, F.J.; Pulido, F. (1997). Indices técnicos de gestión ganadera en espacios agrarios adehesados. ITEA Producción Animal. Vol 93. Nº 2, pp. 99-118.

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE EXPLOTACIONES BOVINAS SITUADAS EN ECOSISTEMAS DE DEHESA[a]

Milán M.J.[1], Bartolomé J.[1], Quintanilla R.[1], García-Cachán M.D.[2], Espejo M.[3], Herráiz P.L.[4], Sánchez-Recio J.M.[5], Piedrafita J.[1]

[1]Departament de Ciència Animal i dels Aliments. UAB. Bellaterra, Barcelona.

[2]Estación Tecnológica de la Carne, Guijuelo, Salamanca.

[3]SIA, Badajoz.

[4]Asociación de Criadores de Avileña-Negra Ibérica, Avila.

[5]Asociación Nacional de Criadores de Raza Morucha, Salamanca.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en las dehesas españolas es de gran importancia, tanto por su censo, que asciende a más de 900.000 cabezas (MAPA, 1999), como por su aporte a la Producción Final Agraria y por la capacidad de los bovinos para aprovechar determinadas superficies pastables contribuyendo así a rentabilizar recursos agrarios. También se deben tener en cuenta otros apectos "no productivos" como son los efectos de este pastoreo en la conservación del ecosistema y del paisaje, así como el asentamiento de una población en zonas rurales con alto riesgo de quedar despobladas. Actualmente en la dehesa las tres razas bovinas autóctonas más importantes en cuanto a número de efectivos son la Avileña-Negra Ibérica, la Morucha y la Retinta.

El objetivo del presente trabajo es la caracterización estructural de las ganaderías en las que se explotan estas razas. Esta caracterización se ha realizado teniendo en cuenta las consideraciones de Liénard et al. (1992) para los que la explotación ganadera es un conjunto complejo, en el cual el ganadero pone en juego medios económicos (tierra, trabajo, capital) y técnicos en un sistema de producción determinado con la finalidad de satisfacer un proyecto global que evoluciona con el tiempo, influenciado por todos los factores relacionados con la familia, así como por el entorno socio-económico, comercial, jurídico y político (Olaizola y Gibon, 1997). En particular, las medidas de política agraria tienen una influencia cada vez más determinante sobre las decisiones y el comportamiento de los ganaderos. Todos estos aspectos condicionan al ganadero en las formas de utilización de los recursos productivos y por lo tanto en el sistema de producción practicado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos se han obtenido mediante una encuesta realizada a una muestra de 133 explotaciones de bovino de carne, de las que 46 son de raza Avileña-NI, 43 son de raza Morucha y 44 son de raza Retinta. Las explotaciones están situadas en las áreas de localización de dichas razas. Para la realización del cuestionario se han tenido en cuenta las recomendaciones propuestas en el proyecto Philoetios de la FAO (1983) cuyo objetivo es el establecimiento de un protocolo común para la caracterización de los sistemas de explotación de pequeños rumiantes de razas autóctonas, en su contexto geográfico típico. A partir de estos datos se han calculado estadísticos descriptivos para cada una de las razas y para la totalidad de la muestra.

[a]Trabajo financiado por el proyecto FAIR1-CT95-0702 de la Unión Europea

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tamaño medio de los rebaños es bastante elevado en todas las razas (Tabla I), aunque presenta una elevada variabilidad, lo que indicaría la coexistencia de diferentes tipos de explotaciones. El porcentaje de animales que son de raza pura es variable, siendo en la raza Morucha en la que se dan valores mínimos, tanto en vacas como en toros. Respecto a la evolución en el tamaño de los rebaños un 52, 40 y 34% de los ganaderos de Avileña-NI, Morucha y Retinta respectivamente dice haberlo incrementado en los últimos años, frente a un 2, 7 y 7% que lo han disminuido. En general se trata de explotaciones especializadas en bovino o mixtas agrícola-ganaderas (vacas y cereales). Cuando se observa la presencia de otras especies ganaderas, es la caballar la más frecuente (46 explotaciones), seguida de la ovina y la porcina.

La Superficie Total media es elevada con una gran variabilidad, casi toda corresponde a Superficie Agraria Útil, ya que se trata de zonas con poca superficie cuyo aprovechamiento es únicamente forestal. Las cargas ganaderas medias son bastante bajas, inferiores a las medias europeas que se sitúan alrededor de 1,45 UGM/ha (Colson y Chateller, 1996), aunque tal como indican estos autores es necesario remarcar que las superficies forrajeras del sur son mucho más pobres y se obtienen unos rendimientos agrícolas muy inferiores a los de otros países del centro y norte de Europa. Los valores de estas cargas ganaderas son concordes a las recomendaciones de extensificación de la PAC y en la mayoría de los casos son inferiores a 2 UGM(rumiante)/SAU, por lo que perciben la prima especial y la prima por vaca nodriza completa; además en casi todos los casos, los ganaderos pueden tener acceso al complemento por extensificación (carga inferior a 1,4 UGM/ha).

En estas explotaciones la alimentación del ganado bovino se basa en el aprovechamiento de los pastos naturales característicos de la dehesa y el aporte de forraje verde cortado y paja durante prácticamente todo el año. Las épocas de mayor déficit alimentario se producen en pleno invierno y en verano, épocas en las que además es habitual la suplementación con heno y concentrado.

La práctica reproductiva dominante es la monta natural, que se practica en todas las explotaciones. Además en el 6, 9 y 11% de las explotaciones de Avileña-NI, Morucha y Retinta respectivamente se realiza inseminación artificial en un porcentaje de sus vacas.

El destete se lleva a cabo en torno a los 6-7 meses, con un peso medio de 210-215 kg. El 65-70% de las explotaciones engordan un pequeño porcentaje de los terneros, lo que les permite quedarse con parte del valor añadido que reporta esta actividad y sobre todo por poder percibir la prima especial de cebo y de sacrificio. El cebo de terneros en la explotación puede ser una solución para estas explotaciones (Daza, 1999), aunque debe tenerse en cuenta que se incrementan considerablemente los costes del capital circulante y el periodo medio de maduración y por lo tanto el coste de oportunidad, además de que aumenta el riesgo empresarial (Martín, 1995).

La mano de obra media empleada en las explotaciones va desde las 1,6 UTA en Morucha a las 2,5 UTA en Retinta (Tabla II), con un porcentaje de asalariados bastante alto, sobre todo en Retinta (77%), tratándose así de pequeñas empresas ganaderas. En las explotaciones de Retinta sólo el 41% de los titulares lo son a título principal, mientras que en Avileña-NI y Morucha lo son el 61 y el 70% respectivamente. Los porcentajes medios de titulares que perciben rentas de fuera de la explotación son de 59, 49 y 52% en Avileña-NI, Morucha y Retinta respectivamente. A la pregunta de si tenían prevista sucesión, el número de ganaderos que ha contestado

afirmativamente es muy variable entre razas: 15% en Avileña-NI, 30% en Morucha y 43% en Retinta.

En general, estas explotaciones están bien dotadas de factores productivos (tierra y capital), presentando un buen dimensionado de los rebaños. Esta disponibilidad de recursos permite obtener unas buenas productividades del factor trabajo medido en SAU/UTA y vacas/UTA empleada. Estas ratios son considerados por algunos autores (Liénard et al., 1992; Bébin et al., 1995) como uno de los factores más determinantes de la renta. Aún así estos valores son bajos teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas por Daza (1999) quien considera que en estas zonas, si se cuenta con una buena infraestructura de cercas e instalaciones, el tamaño de los rebaños se podría incrementar hasta las 150-170 vacas/UTA. Este mismo autor realiza un estudio de costes de producción, observando que la mano de obra y la alimentación suplementaria son los dos factores que más incidencia tienen en los costes. Ello aconsejaría optimizar el número de vacas/UTA teniendo en cuenta que la mano de obra es un coste fijo a corto plazo, y que la suplementación es un coste variable.

Tabla I. Estructura del rebaño y base territorial de las explotaciones (Media ± e.e.[1])

	Avileña-NI	Morucha	Retinta
Nº de Explotaciones encuestadas	46	43	44
Vacas	120 ± 11	132 ± 13	126 ± 18
Raza Pura/Total Vacas (%)	91 ± 2	74 ± 4	85 ± 4
Toros	4 ± 0,4	5 ± 1	4 ± 0,7
Raza Pura/ Total Toros (%)	76 ± 5	60 ± 6	81 ± 5
UGM bovino/UGM Totales (%)	93 ± 2	93 ± 1	80 ± 4
UGM pastan/ ha de SAU	0,5 ± 0,1	0,9 ± 0	0,4 ± 0
Superficie Total (ha)	534 ± 69	463 ± 47	612 ± 160
Pastos Naturales (ha)	460 ± 68	352 ± 45	323 ± 65
Cultivos Forrajeros (ha)	21 ± 8	54 ± 15	28 ± 10
Superficie Propia/S. Total (%)	52 ± 7	57 ± 6	94 ± 3

[1]Error estándar

Tabla II. Mano de obra y productividad de la misma (Media ± e.e.[1])

	Avileña-NI	Morucha	Retinta
Mano de obra (UTA)	1,7 ± 0,2	1,6 ± 0,1	2,5 ± 0,2
Asalariados (%)	39 ± 6	53 ± 7	77 ± 4
SAU/UTA (ha)	330 ± 37	322 ± 26	196 ± 21
Vacas/UTA	79 ± 6	99 ± 10	50 ± 5

[1]Error estándar

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bébin D., Lherm M., Liénard G. 1995. INRA. Productions Animales, 8(3): 213-225.

Colson F., Chatellier V. 1996. INRA. Productions Animales, 9(4):273-284.

Daza A. 1999. Bovis, 87: 85-94.

Philoetios. 1983. Proyecto FAO. Madrid.

Liénard G., Cordonnier P., Boutonnet J.P. 1992. INRA. Productions Animales, 5(1): 59-85.

Martín M. 1995. Archivos de Zootecnia. Vol. 44, nº 166-167: 215-223.

Olaizola A., Gibon A. 1997. ITEA, Vol. 93A (1): 17-39.

DINÁMICAS DE EXPLOTACIONES OVINAS ESPAÑOLAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE: CAMBIOS ESTRUCTURALES Y EN EL SISTEMA PRODUCTIVO

Chertouh, T., Manrique E., Olaizola A.
Dpto de Agricultura y Economía Agraria.
Miguel Servet 177.50013 Zaragoza (España)

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de los estudios sobre la evolución del sector agrario se refieren a aspectos diversos de los sectores productivos o territorios considerados globalmente y con menor frecuencia, al comportamiento de las unidades productivas (Cuadrado Roura, 1988; Ruiz Maya y Martín Pliego, 1988). Por otra parte, cuando se trata de sectores productivos, la información básica es macroeconómica, que no refleja las desagregaciones existentes en las orientaciones técnico-económicas de las unidades productivas (Diez Patier y Sanchez Rodriguez, 1996) y, por ello, no permite conocer las causas estructurales, económicas, financieras, etc. de esta evolución. A partir de información censal, también se ha analizado la evolución del número, dimensión, etc. de las explotaciones en el periodo intercensal (Júdez et al., 1989; Perez y Perez y Perez Hugalde, 1990), pero menos frecuentemente los cambios en diversos tipos de explotaciones.

Los problemas de diversidad de comportamiento y evolución de las unidades productivas han sido tratados con distintos instrumentos metodológicos (Manrique y Olaizola, 1999). El problema inicial radica en disponer de fuentes de información adecuadas. La Red Contable Agraria Nacional (RCAN) ha sido utilizada como fuente de información contable por ser la única disponible referida a una muestra de explotaciones agrarias españolas, suficientemente representativa (Ruiz Maya, 1989; Montero, 1989).

El objetivo de la comunicación es presentar unos primeros resultados del análisis de la dinámica experimentada por explotaciones ovinas españolas, en sus estructuras y sistemas productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información básica utilizada en el análisis procede de datos contables recogidos en la RCAN correspondientes al periodo 1987-1997 (MAPA, diversos años) y que se refieren a la Orientación Técnico-Económica "ovino" y al conjunto de todas las Unidades de Dimensión Económica (España). Para cada campaña se han calculado 16 variables que constituyen indicadores de estructura y referidos a aspectos del sistema productivo, como el nivel de intensificación o componentes principales de los costes. Los indicadores expresados en pesetas se han valorado en pesetas constantes. La evolución se analiza a partir de unos índices medio trianuales comparadas con el año inicial del periodo (1987=100).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis se desprende una evolución positiva de las estructuras de las explotaciones ovinas de la muestra, en el periodo considerado. Las disponibilidades de SAU de la explotación se han incrementado de forma acusada, sobre todo, a partir de 1992 que como en otros indicadores, evidencia una inflexión de la tendencia en este año (Tabla 1). Este incremento de la SAU se ha producido, fundamentalmente, mediante arrendamientos. El porcentaje de la superficie en propiedad se ha reducido al final del periodo en más del 30 %. De forma limitada pero ininterrumpida las disponibilidades de trabajo han disminuido (en torno al 10

%), lo que ha contribuido a mejorar las características estructurales dado que la dimensión media del rebaño por explotación ha experimentado un crecimiento lento, pero constante (por encima del 15 %). El trabajo asalariado, aun partiendo de la escasa significación que tiene en el conjunto de las explotaciones, se ha reducido hasta aproximadamente un tercio de lo que suponía al comienzo del periodo. La capitalización de las explotaciones (Capital de explotación) intensa hasta el trienio en torno a 1990, ha disminuido ininterrumpidamente desde esa fecha. El valor del ganado (Capital Vivo) en el conjunto de los capitales, supone a lo largo de todo el periodo, por encima de los dos tercios del valor del conjunto de los capitales; y puede considerarse que su importancia, aunque inferior a la que tenía en el comienzo del periodo, se mantiene estable.

Tabla 1. Evolución de las características estructurales de explotaciones españolas de ovino de carne.

	1987	1988	1989-91	1992-94	1995-97
Explotaciones de la muestra	264	336	367	377	365
Superficie Agrícola Util (SAU) (ha)	100	49	77	155	242
%SAU en propiedad	100	95	94	73	68
Unidades Trabajo Anual (UTA)	100	105	95	91	89
U. T:A: asalariada	100	110	76	57	34
Unidades Ganaderas (UG)	100	100	107	109	117
Capital de explotación (ptas)	100	127	133	121	117
%Valor Ganado/Total Capital	100	82	72	62	67

Fuente: Elaboración propia a partir de la Red Contable Agraria Nacional. (M.A.P.A., diversos años).

La evolución del nivel de intensificación, medido por la relación en la disponibilidad de factores de producción, muestra una aparente paradoja. La evolución, claramente regresiva, de los capitales con respecto a la superficie de explotación (Capital /ha SAU) permitiría hablar de una extensificación de los sistemas, matizada por la limitada significación que en estas explotaciones tiene la superficie de explotación con relación a las superficies totales utilizadas (Tabla 2). Además, este fenómeno es sólo evidente a partir de 1990. Por otra parte, el crecimiento de los capitales con relación al factor trabajo permite hablar de un proceso de intensificación; muy evidente, por su carácter constante e ininterrrumpido, en lo que hace referencia al capital vivo (UG /UTA total) y menos evidente examinado la evolución de los capitales totales (capital /UTA) que en los últimos años manifiesta una tendencia a disminuir relativamente.

La estructura de los gastos, analizada como indicadora de ciertas características del sistema, evidencia una cierta disminución de los costes en valores absolutos. La clara disminución en pesetas constantes de los salarios pagados tiene relación con la disminución comentada el peso de los asalariados en el total de mano de obra. En cuanto a los gastos en alimentación (piensos totales) también decrecientes, pero de forma menos relevante, puede estar relacionada con el descenso de los costes unitarios de piensos y forrajes; ya que también han disminuido los gastos por cabeza, de forma incluso más intensa (piensos /UG) y el peso de la alimentación en el total de gastos específicos para el ganado, aunque decreciente, se mantiene por

encima del 90 %. Sí parece significativo, siempre considerando las modestas cifras que representan, el crecimiento porcentual de los piensos reempleados.

Tabla 2. Evolución de las características del sistema en producción de explotaciones españolas de ovino de carne: nivel de intensificación y componentes principales del coste. (1987=100). (ptas constantes).

	1987	1988	1989-91	1991-94	1995-97
Explotaciones de la muestra	264	336	367	377	365
Nivel de intensificación					
Capitales /ha SAU	100	283	173	85	48
Unidades Ganaderas (UG)/UTA total	100	95	113	120	132
Capitales /UTA total	100	120	141	133	130
Estructura de los gastos					
Pienso totales (ptas)	100	98	94	61*	87
Piensos (ptas)/UG	100	98	88	54*	74
%Piensos reempleados	100	84	101	212*	200
%Piensos /Gastos Ganado	100	94	94	79*	91
Salarios y Cargas sociales (ptas)	100	130	107	54	36
Arrendamientos (ptas)	100	57	116	102	245

Fuente: Elaboración propia a partir de la Red Contable Agraria Nacional (M.A.P.A., varios años).
*Sólo año 1994

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUADRADO ROURA J. 1988. Tendencias económico regionales antes y despues de la crisis en España. Papeles de Economía Española 34: 17-60.

DIEZ PATIER E., SANCHEZ RODRIGUEZ P. 1996. Macromagnitudes agrarias: análisis de su evolución . El Boletin nº 34:46-61.

JUDEZ L, CHAIB H., PEREZ HUGALDE C. 1989. Un análisis estadístico de la evolución de la dimensión de las explotaciones agrarias en España entre 1962-1982.Investigación Agraria. Economía 4(2).

M.A.P.A. varios años. Red contable agraria nacional. Metodología y resultados empresariales. M.A.P.A.-S. G. T. Madrid.

MANRIQUE, E.; OLAIZOLA, A. 1999 Características de la evolución de las explotaciones españolas de ganadería especializada a través del ingreso en la UE. ITEA Vol Extra 20 (2): 747-749.

MONTERO LORENZO, J.M. 1989. La incidencia de la orientación técnico-económica de las explotaciones agrarias. Revista de Estudios Agro-Sociales 147: 171-199.

PEREZ y PEREZ L. y PEREZ HUGALDE C. 1990. Nota sobre la dinámica comarcal de la dimensión de las explotaciones agrarias en Aragón. Investigación Agraria. Economía 5 (1): 95-108.

RUIZ MAYA L. 1989 El trabajo en las explotaciones agrarias: influencia de la dimensión económica en la evolución de la estructura del trabajo. Rev. de Estudios Agro-Sociales 147: 201-202.

RUIZ MAYA L., MARTIN PLIEGO J. 1988. Las transformaciones del sector agrario español antes de la incorporación a la CEE. Papeles de Economía Española 34: 334-358.

LA RAZA OVINA XISQUETA: APROXIMACIÓN A LOS SISTEMAS DE MANEJO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO

R. Avellanet y J. Jordana

Unitat de Genètica i Millora Animal. Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCIÓN

La población ovina Xisqueta (también conocida como Pallaresa) es autóctona de Catalunya y se encuentra catalogada en el estatus de razas en peligro de extinción (RD 3322, BOE Núm 33, 1995). Su distribución abarca mayoritariamente las comarcas del Pallars Jussà, Pallars Sobirà y Alta Ribagorça (en el pirineo y prepirineo de Lleida), además de otras regiones del sur de Lleida y Huesca (Sánchez-Belda y Sánchez-Trujillano, 1986; Jordana y Jordana, 1995). Esta raza es de aptitud cárnica y destaca por su gran rusticidad, que le permite adaptarse a las condiciones extremas, tanto orográficas como climatológicas, de las comarcas en las que se ubica. Se caracteriza por su tronco robusto y ancho, sus miembros y aplomos cortos e intensamente musculados y por sus manchas negras en la punta de las orejas, alrededor de los ojos y partes distales de las extremidades (Sánchez-Belda y Sánchez-Trujillano, 1986; Jordana y Jordana, 1995).

En 1996 se constituyó la "*Asociación Nacional de Criadores de Oveja Xisqueta*" con la finalidad de promocionar, fomentar y mejorar esta raza, y gestionar el correspondiente Libro Genealógico.

A finales del 2000 se firmó un convenio entre el D.A.R.P. de la Generalitat de Catalunya y la Facultad de Veterinaria de la U.A.B., con los objetivos de caracterizar morfológica y genéticamente la raza Xisqueta, estimar su censo aproximado y obtener información de tipo general respecto a su manejo. Posteriormente, se establecieron contactos entre la citada asociación y las partes implicadas en el convenio con el fin de intentar fomentar el rendimiento del sector, mediante la aplicación de planes de gestión de las explotaciones.

La primera etapa del proyecto constó de una serie de encuestas cuyo objetivo era obtener información referente a los sistemas de producción, reproducción, sanidad, territorio, recintos, recursos humanos y otras cuestiones adicionales; resultados que son objeto del presente trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información se ha obtenido mediante encuestas realizadas a 108 ganaderos, que se corresponden con todos los criadores de Xisqueta de las zonas estudiadas. Del total de explotaciones, 52 están ubicadas en el Pallars Jussà, 35 en el Pallars Sobirà y 21 en la Alta Ribagorça.

De los siete bloques en que se estructuró la encuesta, hasta ahora se han analizado, más exhaustivamente, los referentes al censo, manejo productivo, manejo reproductivo y sanidad.

Debido a que la información procesada ha sido muy extensa sólo se muestran los resultados más significativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El censo obtenido, a partir de las encuestas, para la raza Xisqueta es de unos 45.000 efectivos (Tabla 1), aunque, con toda probabilidad, el número de animales con un medio o elevado grado de pureza sea bastante inferior (en el futuro, una comisión de valoración morfológica, dictaminará que animales son susceptibles de entrar a formar parte del Programa de conservación, control y mejora de la raza.

La Alta Ribagorça cuenta con la superficie más pequeña de entre las tres comarcas y es la que tiene menos rebaños (21), pero éstos están formados por muchos efectivos, y un elevado porcentaje de dichos animales (80,6%) son de raza Xisqueta. Así pues, el número medio de ovejas Xisqueta por explotación fue el más elevado (675), también es la comarca que tiene un mayor número de moruecos Xisqueta por explotación (13,1). El Pallars Jussà es la comarca con más extensión geográfica y la que cuenta con más explotaciones de la raza (52), sin embargo éstas están muy mezcladas, ya que únicamente el 58,8% de los animales eran de raza Xisqueta. Esto representa un tamaño mediano de explotación, con 359 ovejas y 5,7 moruecos de media. El Pallars Sobirà es una comarca de superficie y número de explotaciones intermedias (35), pero con un elevado porcentaje de Xisquetas en las mismas (76,2%), que cuenta con rebaños de tamaño mediano a pequeño, aunque con un número medio de ovejas Xisqueta por explotación (347) comparable al Pallars Jussà, y un elevado número de moruecos por rebaño (8,5).

Respecto al manejo productivo, la Tabla 1 muestra los porcentajes referentes a los diferentes sistemas empleados en las explotaciones durante alguna época del año.

La trasterminancia es el sistema menos utilizado, seguramente porque implica el desplazamiento de los animales y el cambio de recinto para trasladarse a zonas con más pastos y quizás no es rentable. Por el contrario, el pastoreo estante se utiliza de forma generalizada en las tres comarcas, pero es menos frecuente en la Alta Ribagorça por su elevado índice de trashumancia. La trashumancia de verano es muy frecuente en ambos Pallars y en cambio, practicarla también en invierno es poco común, a la inversa de lo que ocurre en la Alta Ribagorça, debido a que en esta comarca las condiciones climáticas en invierno son muy extremas. Este hecho también explica que el sistema semi-extensivo se practique más en los dos Pallars.

La semi-estabulación es poco frecuente, ya que seguramente no es muy rentable dados los gastos en forrajes que comporta. Por último, la estabulación total en períodos concretos varía en las diferentes comarcas y probablemente se explica por las condiciones particulares de cada ganadero.

En el aspecto reproductivo, el 80% de las explotaciones del Pallars Jussà y Alta Ribagorça utilizan la sincronización de celos, ya que de esta manera aprovechan el "efecto macho" y obtienen un mayor rendimiento, siendo la monta continua el sistema minoritario. En cambio, en el Pallars Sobirà un porcentaje importante de explotaciones emplea la monta continua, y la sincronización de celos se extiende tan sólo al 57% de las mismas, posiblemente debido a que muchos de los recintos son antiguos o no están suficientemente acondicionados para soportar producciones más elevadas.

En cuanto a los sistemas de paridera se observa que están correlacionados con el manejo reproductivo, ya que la Alta Ribagorça y el Pallars Jussà tienen mayor porcentaje de ovejas que realizan tres partos bianuales que el Pallars Sobirà, y respecto a las ovejas que paren una vez al año el orden se invierte.

Una de las características de la raza Xisqueta es que la mayoría de veces paren sólo una cría, la prolificidad media estaría comprendida en un rango del 1,1 al 1,3 (Sánchez-Belda y Sánchez-Trujillano, 1986; Jordana y Jordana, 1995), así que es normal encontrar valores bajos en cuanto a partos dobles y no detectar diferencias entre comarcas.

Respecto al estado sanitario las tres comarcas presentan pocas diferencias en todos los parámetros analizados.

El porcentaje medio por explotación en cuanto a mortalidad adulta y de corderos es del 8% y 9% respectivamente, y en cuanto a abortos y mamitis es del 3% en ambos casos.

La desparasitación se realiza en más del 82% de las explotaciones y la vacunación para prevenir la basquilla y la brucelosis en más del 74% y 94% respectivamente. Cabe destacar que en estos tres parámetros sanitarios los porcentajes alcanzan el 100% en la Alta Ribagorça, siendo esta comarca la que más se esmera en cuanto a la prevención sanitaria.

Los resultados parciales de este estudio se corresponden con la primera fase de descripción general y situación actual de la raza Xisqueta, necesarios para establecer las

pautas y recomendaciones del futuro Programa de Control y Mejora. Paralelamente, se llevará a cabo un Programa de Conservación de recursos genéticos para garantizar el mantenimiento de la variabilidad genética, ya que el número de efectivos ha sufrido un importante descenso en las últimas décadas.

Tabla 1. Datos censales, manejo productivo y manejo reproductivo de las ovejas Xisquetas distribuido por comarcas.

Comarcas		**Pallars Jussà**	**Pallars Sobirà**	**Alta Ribagorça**
CENSO	Nº ovejas:	18.332	12.133	14.181
	➢ Número medio de ovejas por explotación	359 (±374)	347 (±295)	675 (±537)
	Nº moruecos:	280	237	275
	➢ Número medio de moruecos por explotación	5,7 (±6,7)	8,5 (±8,6)	13,1 (±10,1)
MANEJO PRODUCTIVO (Porcentaje de explotaciones)	Extensivo tradicional:			
	➢ Pastoreo estante	75,0	91,4	52,4
	➢ Trasterminancia	19,2	8,6	18,9
	➢ Trashumancia:			
	▪ Verano	59,6	91,4	19,0
	▪ Verano e invierno	5,8	5,7	76,2
	Semi-extensivo	73,1	82,7	42,9
	Semi-estabulación	38,5	0,0	28,6
	Estabulación total	73,1	20,0	61,9
MANEJO REPRODUCTIVO (Porcentaje de explotaciones)	Sistema reproductivo:			
	➢ Monta continua	19,2	42,9	19,5
	➢ Sincronización de celos	78,8	57,1	80,9
	Sistema de paridera:			
	➢ 1 parto anual	25,0	31,4	11,9
	➢ 1.5 partos anuales	75,0	68,6	88,1
	Partos dobles:			
	➢ <15%	44,2	34,3	38,1
	➢ 15-25%	34,6	34,3	33,3
	➢ >25%	19,2	31,4	28,6

Nota: los datos hacen referencia únicamente a los individuos de raza Xisqueta de la explotación (en las 108 explotaciones encuestadas éstas representan un determinado % del total de animales del rebaño).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Jordana J. y Jordana J. (1995). La raza ovina Xisqueta: Descripción, situación actual y perspectivas. *Avances en alimentación y mejora animal.* Vol 35 (2), pp: 11-18

Sánchez Belda A. y Sánchez Trujillano M. C. (1986). *Razas Ovinas Españolas.* Publicaciones de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

AGRADECIMIENTOS

A los ganaderos y a los veterinarios comarcales. Al "Servei de Ramaderia" del DARP (Generalitat de Catalunya) que ha financiado estos estudios.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE OVINO DE LECHE DE RAZA ASSAF

P. Díez, A.R. Mantecón, B. Villadangos, E. Serrano y P. Lavín.
Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo 788. 24080 León.

INTRODUCCIÓN

Al abordar el análisis de los sistemas de producción de ganado ovino de leche en la provincia de León es necesario considerar que en las 2 últimas décadas se han producido cambios importantes, que determinan variaciones en los distintos factores que intervienen, y los cuales pueden ser resumidos en: un incremento en el tamaño medio de los rebaños, un cambio de localización, concentrándose el ovino de leche en las zonas agrícolas más productivas, un cambio de raza, pasando de la raza Churra a la raza Assaf (menos del 1% de las explotaciones mantienen la raza Churra en pureza), (Mantecón, Lavín, 1997).

Dada la escasa información disponible sobre las características productivas de la raza Assaf en las condiciones de explotación de la provincia de León. El objetivo de este trabajo es analizar las características productivas de las explotaciones ovinas de producción de leche de raza Assaf de la provincia de León.

MATERIAL Y METODOS

Los datos utilizados fueron obtenidos de una encuesta que se realizó a un total de 37 ganaderos de ovino de leche de la provincia de León y corresponden al año 1999.

Los parámetros considerados en este trabajo han sido: tamaño de los rebaños, unidades de trabajo año (total y familiar), superficie total de las explotaciones, régimen de tenencia de la tierra y producciones (leche y corderos).

La viabilidad de las explotaciones está determinada por su rendimiento económico, siendo, el margen bruto obtenido por oveja reproductora uno de los parámetros que mas se acercan a su valoración.

Para el análisis de los datos, las explotaciones se clasificaron en función del Margen Bruto (MB) por oveja reproductora, considerando este como la diferencia de los ingresos (leche, corderos, animales, lana) menos los gastos (sin considerar dentro de estos últimos ni las inversiones, ni los gastos en agricultura cuyo destino sea la venta fuera de la explotación). Los grupos en que han sido clasificadas las explotaciones son:

***Alto** MB/reproductora*: >30.000 pts/reproductora (n=4).
***Medio** MB/reproductora*: > 10.000 y <30.000 (n=28).
***Bajo** MB/reproductora*: <10.000 (n=5).

Para el análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la provincia de León existen en el año 2000, un total de 248.418 ovejas de ordeño localizadas en 1.017 explotaciones, siendo el tamaño medio de los rebaños de ovino de leche de 244 cabezas/explotación (JCYL, 2000).

Como se puede observar en la tabla 1, el tamaño medio de los rebaños considerados en este trabajo (450 ovejas reproductoras/explotación) es muy superior a la media provincial, con tamaños que oscilan desde un mínimo de 194 reproductoras/explotación a un máximo de 1.500. Si bien el tamaño de los rebaños aumenta al disminuir el MB/reproductora las diferencias no fueron estadísticamente significativas (P>0,05), debido a la gran variación existente dentro de cada grupo.

El valor medio de las unidades de trabajo año (UTA) por explotación fue de 2,6, destacando el carácter familiar de las explotaciones ya que sólo el 37,8% de las explotaciones consideradas poseen mano de obra asalariada. Este parámetro presentó los valores de 50% en el grupo con alto MB/reproductora, el 32,2% en el grupo medio y el 60% de las explotaciones en el grupo con bajo MB/reproductora. Del total de mano de obra dedicada a la explotación, predomina en todos los grupos las UTA de carácter familiar con respecto a las UTA de personal asalariado, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

El número de ovejas reproductoras/UTA medio fue de 182,7, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los grupos considerados (196,9, 179,5 y 189,2 para los grupos de alto, medio y bajo, respectivamente).

Como se muestra en la tabla 1, en la distribución en el uso del territorio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de MB/reproductora en ninguno de los parámetros considerados, con valores medios de 164,5 ha de superficie total de la explotación, de esta el 64,4% corresponde a superficie de secano. En el régimen de tenencia del territorio destaca el régimen comunal con 111,9 ha de media por explotación, seguido del régimen de tenencia arrendamiento con 43,4 ha y por último el régimen de tenencia propiedad con 8,2 ha de media por explotación, no presentándose en la tabla 1 los datos de otros regímenes de tenencia como es el caso de la aparcería dada su, prácticamente, nula representación. El régimen de tenencia comunal implica el uso de las superficies, mediante pastoreo, por más de un ganadero y el mayor valor de este parámetro se encuentra en las explotaciones con menor MB/reproductora, si bien, por la gran variación entre explotaciones de cada grupo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas (P>0,05).

Tabla 1: Tamaño de los rebaños, unidad de trabajo año (UTA) y territorio de las explotaciones clasificadas en función del Margen Bruto/reproductora.

	Margen Bruto/reproductora						Nivel de
	Alto		**Medio**		**Bajo**		significación
Nº cabezas/explotación	552,5	±58,68	579,3	±71,9	664,2	±79,13	NS
Nº reproductoras/explotación	396,5	±39,16	448,8	±54,30	496,8	±60,13	NS
UTA/explotación	2,25	±0,443	2,53	±0,287	3,17	±0,809	NS
UTA familiar/explotación	1,50	±0,227	2,10	±0,221	2,46	±0,623	NS
Superficie Total de la Explotación (ha)	123,2	±66,87	137,8	±36,99	347,1	±163,52	NS
Secano (%)	74,8	±24,94	63,8	±7,82	59,4	±18,8	NS
Regadío (%)	25,2	±24,95	36,2	±7,82	40,6	±18,8	NS
Régimen Tenencia Propiedad (ha)	8,6	±7,15	8,2	±2,49	7,4	±5,76	NS
Régimen Tenencia Arrendamiento (ha)	37,1	±24,88	42,1	±10,68	56,1	±26,21	NS
Régimen Tenencia Comunal (ha)	77,5	±74,18	86,2	±37,63	283,6	±142,28	NS
Nº reproductoras/ha uso exclusivo ovejas	51,3	±37,64	21,2	±3,62	18,2	±11,46	NS

NS= No significativo. STE= Superficie total de la explotación. UTA= Unidad de trabajo año.

Para el cálculo de la carga ganadera por explotación no se ha considerado la superficie de terreno comunal, presentando un valor medio de 24,2 ovejas reproductoras/ha para el conjunto de las explotaciones, siendo mayor el valor en el grupo de explotaciones con alto MB/reproductora, aunque las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas (P>0,05).

En cuanto a los parámetros productivos, como se muestra en la tabla 2, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los litros de leche producidos por oveja y año, con valores que oscilaron desde 360,9 litros en las explotaciones con más alto MB/reproductora, a 184,1 litros en las de más bajo MB/reproductora.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) entre los grupos de MB considerados ni en los corderos vendidos por explotación y año, ni en los corderos vendidos por reproductora, ni en el precio unitario de los productos.

Fueron significativas las diferencias en el número de corderos muertos en la primera semana de vida entre las explotaciones más rentables (70 animales muertos/explotación) y el resto de explotaciones, 29 corderos y 33,6 corderos para el grupo medio y bajo respectivamente, lo cual podría estar relacionado con una mayor dedicación al ordeño en este tipo de explotaciones.

Tabla 2: Parámetros productivos de las explotaciones de ovino de leche clasificadas en función del Margen Bruto/reproductora.

	Margen Bruto/reproductora						Nivel de significación
	Alto		Medio		Bajo		
Producción de leche							
Litros/explotación	140.795	±16.362,8	113.347	±12.579,1	89.920	±10.374,0	NS
Litros/reproductora	360,9	±40,69[a]	260,6	±11,54[b]	184,1	±15,15[c]	***
Producción de corderos							
Corderos vendidos/explotación	356,3	±128,54	436,5	±56,20	468,6	±77,48	NS
Corderos vendidos/reproductora	0,94	±0,367	0,95	±0,068	0,94	±0,097	NS
Precio de venta							
Pts/litro	121,5	±3,12	124,0	±1,32	121,6	±0,53	NS
Pts/cordero	6.107	±456,0	5.995	±133,3	5.858	±225,8	NS

NS= No significativo. ***=P<0,001. [a,b,c] valores con distinto superíndices en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas.

Es preciso tener en cuenta el incremento medio de la producción de leche en los rebaños más especializados ocurrido en los últimos años, ya que en 1990 la producción media de la raza Assaf en la provincia de León era de 78,7 litros/oveja (Lavín et al., 1997).

Es evidente que el cambio producido en la base racial de las explotaciones de ovino de leche de la provincia de León, ha venido acompañado de un incremento importante en la producción de leche por oveja, al mismo tiempo que de mejoras importantes en las infraestructuras que sustentan estos sistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JCYL. (2000). Censos ganaderos a nivel municipal. Datos sin publicar.

Lavín, P., Mantecón, A.R., Giráldez, F.J. (1997). Análisis productivo-económico de las explotaciones ovinas de leche basadas en las razas Churra y Assaf. *ITEA, Volumen extra 18,* 782-784.

Mantecón, A.R., Lavín, P. (1997). Sistemas de producción de las razas Churra y Castellana. En: *Ovino de leche: aspectos claves.* (Buxadé, C., ed.). pp. 353-373. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid (España).

SAS. (1989). SAS/STAT® User's Guide Int. (Version 6,4 th De.) SAS Inst. Inc., Cary, NC.

MODELIZACIÓN DE LA RESPUESTA LECHERA DE LOS REBAÑOS OVINOS A DISTINTAS DIETAS

Oregui, L.M.; Ruiz, R; Pérez de Arenaza, A
NEIKER-Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46. 01080 Vitoria-Gasteiz

INTRODUCCIÓN

El conjunto de las ovejas productivas de un rebaño en un momento dado, es decir el rebaño en ordeño, generalmente se maneja de forma uniforme, independientemente de las diferencias de producción dentro del mismo. La variabilidad que ello conlleva varia a lo largo de la campaña de ordeño, y con otras características del rebaño, como la distribución de los partos (Ruiz, 2000). Todo ello plantea interrogantes sobre el plano de alimentación que debe de darse al conjunto del rebaño que permita maximizar su producción. El presente trabajo pretende evaluar, mediante un modelo informático, la respuesta del rebaño a diferentes dietas en cuanto a sus características energéticas, dependiendo de la consideración o no de la capacidad de ingestión de los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha realizado utilizando la información proporcionada por 275 controles lecheros, correspondientes a 27 rebaños, en tres campañas consecutivas. Los rebaños se eligieron de forma que estuvieran representadas las cuatro tipologías de rebaños definidos por Ruiz (2000), considerando la distribución de la paridera. El control lechero permitió disponer de la producción individual de cada oveja presente y la composición media (porcentajes de grasa y proteína) de la leche producida en dicho control.

A partir de esta información se estimo la producción estándar en energía (PLEE) (Bocquier et al. 1993) y las necesidades en energía (NE) de cada animal (NE (UFL/día) = $0.033*PV^{0.75}$ + 0.00071*PLEE; Bocquier et al., 1987), considerando un peso vivo medio (PV) de 53 kg. (Oregui et al., 1997). Igualmente se estimó la capacidad de ingestión de cada oveja, a partir de la producción lechera y el PV (CI (UL/día) = 0.0255 PV + 0.755*PLEE; Caja et al., 1996). Estos datos individuales permitieron calcular la producción del conjunto del rebaño (PRER), y estimar su capacidad de ingestión media (CIM) y necesidades medias (NME), en cada uno de los 275 controles estudiados. A partir de estos últimos se calculó la concentración energética de la dieta que permitiría cubrir sus necesidades medias (CE_{100}=NME/ CIM).

Igualmente, y para cada caso, se estimaron las concentraciones energéticas de las dietas que permitirían cubrir el 80, 85, ..hasta el 130% de estas necesidades medias (CE_{80}= NME*0.8/ CIM; ...; CE_{130}= NME*1.3/ CIM).

Para cada una de estas 11 dietas así diseñadas para cada control, se calculó la producción lechera permitida para cada oveja. Para ello se considero la concentración energética de la dieta y la capacidad de ingestión de cada oveja, con el fin de disponer de la energía ingerida por cada animal, la cual, una vez descontada las necesidades de mantenimiento, permitió estimar la producción estándar potencial (PLEP) permitida por cada dieta. Se consideró que la producción controlada (PLEE) es la mejor estimación de la capacidad máxima de producción de cada oveja en cada momento, por lo que cuando la PLEP era superior a la (PLEE) se mantenía esta última como producción permitida. La suma de las PLEP para cada control y dieta permite calcular la producción de leche potencial del rebaño (PREPR). Esta se comparó con la producción registrada del rebaño mediante la relación 100*PREPR/PRER.

De forma paralela se realizo un segundo modelo similar al descrito pero en el que se considero que todos los animales eran capaces de ingerir la misma cantidad de alimento y por tanto de nutrientes. La dieta media, o 100, aportaba las necesidades medias del rebaño (CE'_{100}= NME) y a partir de ella se calcularon el resto de las dietas, de forma similar al caso anterior, lo mismo que las producciones potenciales del rebaño y su relación la producción medida del mismo.

Los resultados obtenidos de estos modelos se analizaron, separadamente, de acuerdo al siguiente modelo lineal generalizado (SAS, 1992):

$Y = a + b^*CE + c^*CE^2 + Gr_i + Contr_j + CE^*Gr_i + CE^2{}^*Gr_i + CE^*Contr_j + CE^2{}^*Contr_j$

Donde, Y=100*PREPR/PRER, resultante de los dos modelos descritos. CE y CE^2 corresponden al valor porcentual que define cada dieta (80, 85, ...130), y su cuadrado. Gr (i=4) es el grupo de rebaño, según sus características de la paridera. Contr (j=7), corresponde al numero de orden del control, dentro de cada campaña, con máximo de 7 por campaña.

Igualmente, para cada grupo de rebaños y número de control lechero se realizó un ajuste entre de Y respecto a CE y CE^2, utilizando un modelo no lineal de tipo segmentado (SAS, 1992), de acuerdo a:

$Y = a + b^* CE + c^* CE^2$; para valores de CE inferiores a CE=CE0

Y= kte; para valores de CE mayores de CE0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En al Tabla 1, se resumen los resultados del análisis de covarianza descrito, para las distintas raciones, considerando o no la capacidad de ingestión de las ovejas. En ambos casos el modelo utilizado explica mas del 95% de la varianza, y se observa que la variable dependiente y los aportes de las dietas se ajustan a una ecuación cuadrática decreciente. Por otro lado la significación estadística del Gr y el Contr, indicaría que la respuesta productiva varía con la estructura del rebaño en ordeño, ya que ambas influyen la variabilidad de la producción lechera del mismo (Ruiz, 2000). El coeficiente de variación de la producción lechera es mayor a medida que avanza el período de ordeño, controles más tardíos, así como en los rebaños con una paridera mas dispersa (Grupos 3 y 4).

Tabla 1. Valor de F y significación de los distintos efectos y covariables, así como de sus interacciones, sobre la relación entre producción potencial y producción real (100*PREPR/PRER) del rebaño en ordeño.

	Gr	Contr	CE	CE^2	CE*Gr	CE^2*Gr	CE*Contr	CE^2*Contr
Considerando la capacidad de ingestión de las ovejas								
	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
Valor F	21,98	57,88	11320,02	9073,88	17,37	14,06	44,59	35,31
Sin considerar la capacidad de ingestión de las ovejas								
	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
Valor F	22,82	39,81	4996,32	3472,6	18,12	14,46	29,96	23,59

El buen ajuste que resulta de análisis de covarianza, llevo a la realización del ajuste no lineal. Este relaciona la variable dependiente, 100*PREPR/PRER, y la CE de la dieta a un modelo cuadrático, hasta un determinado valor de CE=CE0. Este punto señala la dieta, las características de la misma, que permite una producción máxima, en nuestro caso igual a la producción controlada. A partir de este punto la relación 100*PREPR/PRER permanece constante. Este ajuste se realizó de forma separadamente para los distintos Grupos de rebaños, considerando toda sus controles, y para los distintos controles, independientemente del Grupo al que perteneciesen los rebaños.

Las ecuaciones obtenidas, considerando los resultados obtenidos en el modelo que tiene en cuenta la ingestión de los animales se representan en la Figura 1, para los distintos Grupos (Gr) y Controles (C). Se observa que la producción máxima se alcanza con dietas con una concentración energética del 112% de la que permite cubrir las necesidades medias del rebaño. Además, las diferencias entre Grupos o controles son escasas, situándose en todos los casos entre el 111,5% y el 112,2%. También se aprecia que las diferencias, especialmente entre Controles, tienden a ser mayores a medida que se reduce la concentración energética de la dieta. Siendo los controles más tardíos, los que se verían más afectados por la reducción relativa de la concentración energética de la ración. En estos controles en los que la variabilidad de la producción, a partir del coeficiente de variación, es mayor (Ruiz, 2000), la diferencia de producción entre la media del rebaño y las ovejas más

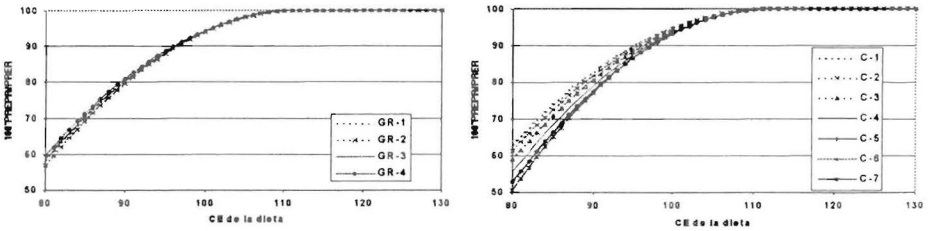


Figura 1. Evolución de la relación entre la Prod. Lechera Estándar Controlada (PRER) y la Prod. Lechera Estándar Permitida del rebaño (PREPR) con dietas de concentración energética creciente.

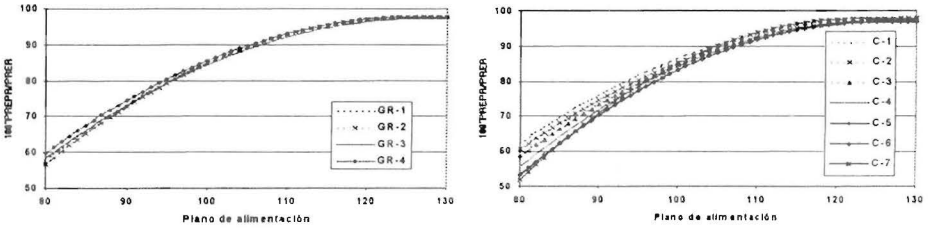


Figura 2 Evolución de la relación entre la Prod. Lechera Estándar Controlada (PRER) y la Prod. Lechera Estándar Permitida del rebaño (PREPR) respecto a aportes energéticos crecientes.

productivas es superior por lo que una reducción de concentración energética dieta supone una mayor reducción, porcentual, de la producción.

Estas diferencias son más marcadas cuando en el modelo no se tiene en cuenta la ingestión (Figura 2), debido a la relación positiva existente entre la producción lechera, y por tanto las necesidades, y la ingestión. Ello también explica que al no considerar la ingestión, el nivel de aportes necesario para conseguir una producción relativa máxima se sitúe en torno al 126% de las necesidades medias del rebaño.

Los modelos utilizados permiten definir un rango, relativo a las necesidades medias del rebaño, en el que situar los aportes de la dieta. Como todo modelo precisa su validación, bien a partir de información recogida en campo o mediante ensayos diseñados a tal fin. Por otra parte, indicar que el modelo no ha tenido en cuenta la capacidad de movilización de los animales para hacer frente a las necesidades de producción. Si bien la información al respecto es escasa, en el período de ordeño, en rebaños comerciales, se ha observado (Oregui et al., 2001) un incremento del nivel de reservas de los animales independientemente de su producción lechera. En este mismo sentido, Alvarez y Guada (1982) observan, que el nivel máximo de producción, como respuesta al incremento de los aportes en energía, conlleva incrementos del peso vivo. En consecuencia, la consideración de la capacidad de movilización no tendría un efecto importante sobre CE, o nivel de aportes, necesarios para alcanzar la producción máxima del rebaño, si bien podría modificar la forma de la curva por debajo de este punto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez P.J., Guada J.A., 1982. *ITEA*, vol Extra Nº1:202-208

Bocquier F., Theriez M., Brelurut A., 1987. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix*, 70: 199-201

Bocquier F., Barillet T., Guillouet P., Jacquin M.,1993. *Ann Zootech*, 42: 57-66

Caja G., Bocquier F, Barillet F., Oregui L.M., Guitard J.P. 1996. Informe final Proyecto CAMAR 8001-CT 91-0113. 25 pp.

Oregui L.M., Gabiña D., Vicente M.V., Bravo M.V., Treacher T., 1997. *Anim. Sci.*, 65:63-69

Oregui L.M., Bravo M.V., Gabiña D., 2001. *ITEA*, (Aceptado para su publicación)

Ruiz R., 2000. Análisis de los factores de explotación que afectan a la producción lechera de los rebaños de raza Latxa de la C.A.P.V. Tesis Doctoral. Fac. Veterinaria, Univ. Zaragoza. 328 pp.

INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN LECHERA DEL GANADO CAPRINO DE RAZA MURCIANO-GRANADINA EN CASTILLA-LA MANCHA.

Oliver, F.; Pérez-Guzmán, M.D.; Pérez, E.M. y Montoro, V.
Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha. Centro Regional de Selección y Reproducción Animal. Avda. del Vino, 6. 13300 Valdepeñas (Ciudad Real).
foliver@jccm.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente la Asociación Española de Criadores de la Cabra Murciano-Granadina (ACRIMUR) está poniendo en marcha el esquema de valoración genética de esta raza, en colaboración con los núcleos de control lechero y las distintas administraciones regionales implicadas. Por ello se ha creído conveniente realizar un análisis de la influencia de los factores de naturaleza no genética en las lactaciones de una parte importante de la población que se pretende mejorar.

Los factores ambientales que se han tenido en cuenta han sido aquellos que se pueden medir, que permiten además una categorización clara de los registros disponibles y cuyos efectos son corregibles estadísticamente (Serradilla *et al.*, 1995).

Diversos autores han descrito la influencia de estos factores ambientales, destacando como más importantes el número de lactación, número de crías paridas, rebaño en el que tiene lugar la lactación y el año y estación de parto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado un total de 16.049 lactaciones de cabras de raza Murciano-Granadina provenientes del Control Lechero Oficial Caprino en Castilla-La Mancha entre los años 1993 y 2000. Los controles se han realizado en 27 explotaciones, pertenecientes todas ellas a la Asociación Núcleo de Control Lechero de Castilla-La Mancha de Cabra Murciano-Granadina (ANCLA) integrada a su vez en ACRIMUR.

Los caracteres productivos analizados han sido:

1. LSP: Producción de leche normalizada a 150 días y 3,5% de proteína (litros)
2. LSR: Producción de leche normalizada a 150 días (litros)
3. GS: Producción de grasa normalizada a 150 días (kilogramos)

Los niveles considerados para cada factor han sido:

Número de lactación: 1 (1ª), 2 (2ª), 3 (3° y 4ª) y 4 (5° y siguientes).

Número de crías: 1 (una), 2 (dos) y 3 (tres o más)

Estación de parto: 1 (dic.-feb.), 2 (mz.-my.), 3 (jun.-ag.) y 4 (sept.-nov.).

El método de control se realiza siguiendo la normativa oficial del MAPA (Orden del 11/02/1986 y posteriormente R.D. 1213/1997) de acuerdo con las directrices marcadas por el Comité Internacional para el Control de los Rendimientos del ganado (ICAR). En concreto se han seguido los métodos A4 y AT para los casos uno y dos ordeños diarios respectivamente. El procesado de los datos productivos y de las muestras de leche individuales y de tanque obtenidas se lleva a cabo en el Laboratorio de Lactología del CERSYRA de Valdepeñas. Se determinan los porcentajes de grasa, proteína y extracto seco mediante un equipo MilkoScan 4000 y el recuento de células somáticas (RCS) mediante Fossomatic 5000, integrados en el CombiFoss 5000 (Foss Electric).

Para la realización del análisis estadístico se ha utilizado el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra el porcentaje de varianza encontrada para cada uno de los tres caracteres productivos que es explicada por cada uno de los factores ambientales

considerados, así como el porcentaje total de aquélla que es explicado por el modelo. El factor que mayor influencia ejerce sobre la expresión de los tres caracteres considerados es la ganadería, lo cual nos permite afirmar que existen importantes diferencias en el manejo de los rebaños. Esta circunstancia evidencia que para lograr una correcta estima de los valores genéticos de los reproductores de esta raza es imprescindible diseñar un adecuado sistema reproductivo que asegure una buena conexión de los rebaños utilizando técnicas de Inseminación Artificial.

Tabla 1: Participación de cada factor en la varianza de los caracteres productivos.

	LSP	LSR	GS
Ganadería	19%	19%	24%
Número de lactación	6%	7%	6%
Número de crías	2%	3%	2%
Año de parto	8%	2%	1%
Estación de parto	1%	0%	2%
Total	36%	31%	35%

LSP: litros de leche normalizados a 150 días y 3,5% de proteína. **LSR**: litros de leche normalizados a 150 días. **GS**: kilogramos totales de grasa normalizados a 150 días.

Consultando los datos reflejados en la tabla 2 se pueden establecer las diferencias productivas entre los distintos niveles de cada factor, así como su nivel de significación.

Tabla 2: Medias productivas corregidas por el modelo para los distintos niveles de cada factor.

	Número de lactación				Número de crías			Año de parto			Estación de parto			
	1	2	3	4	1	2	3	1996	1998	2000	1	2	3	4
n	3.818	1.723	1.832	616	6.312	8.222	1.145	1.745	4.294	1.172	4.422	4.431	2.258	4.938
LSP	194 c	245 b	281 a	286 a	238 c	269 b	292 a	242 c	302 b	333 a	250 b	240 c	255 b	276 a
LSR	205 c	263 b	302 a	312 a	251 c	285 b	310 a	272 c	297 b	327 a	274 a	277 a	266 b	268 b
GS	10,0 d	12,6 b	12,2 c	15,1 a	12,4 c	13,9 b	14,8 a	13,9 c	14,7 b	16,3 a	12,8 b	12,4 c	13,0 b	14,4 a

Medias con distinta letra dentro del mismo carácter y factor indica diferencia significativa ($p \leq 0,01$).
LSP: litros de leche normalizados a 150 días y 3,5% de proteína. **LSR**: litros de leche normalizados a 150 días. **GS**: kilogramos totales de grasa normalizados a 150 días.

Distintos autores (Quittet,1978; Gall,1981; Serradilla *et al.*, 1995; Peris, 1994, Rabasco *et al.*, 1993; Vega *et al.*,1999; Lafuente *et al.*, 1992) coinciden en señalar la primera lactación como la de menor producción, justificando esta circunstancia por el menor desarrollo (corporal en general y mamario en particular) la menor capacidad de ingesta y una menor duración de la lactación. Sin embargo existen importantes diferencias en cuanto al número de lactación en el que se produce el máximo de producción, desde la tercera y cuarta (Quittet,1978; Corcy, 1991; Serradilla *et al.*, 1995; Peris, 1994, Rabasco *et al.*, 1993) hasta la quinta y sexta (Lafuente *et al.*, 1993). En nuestro caso la mínima producción de leche (tanto LSP como LSR) se da igualmente en las cabras de primera lactación y el máximo se produce en el grupo de quinta y siguientes.
En lo que se refiere a la producción total de grasa, el comportamiento es similar, con mínima en cabras de primer parto y máxima en las de quinto y siguientes.
Por otro lado tanto la cantidad de leche como la de grasa siguen una tendencia ascendente conforme aumenta el número de crías paridas. Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores (Rabasco *et al.*, 1993; Peris, 1994; Serradilla *et al.*,

1995; Gutiérrez, *et al.*, 1997; Vega *et al.*, 1999) si bien entre unos trabajos y otros varía la significación de las diferencias.

La influencia de la estación en la que se produce el parto se traduce en nuestro caso en un aumento de la producción de leche (expresada como LSR) para los grupos 2 y 1 (marzo-mayo y diciembre-febrero) coincidiendo con lo expresado por Vega *et al.* (1999) para la raza Florida. Sin embargo, al normalizar a un porcentaje fijo de proteína (LSP) la época de partos que arroja una mayor producción es la de septiembre a noviembre, al igual que sucede en los trabajos de Lafuente *et al.* (1992), Carrizosa *et al.* (1993) y Mocquot y Ricordeau (1981). Este cambio se debe a la mayor riqueza en proteína de la leche de cabras paridas en este periodo.

La cantidad total de grasa es significativamente mayor en este mismo grupo de época de partos y menor en el de marzo a mayo, al igual que lo expresado por Mocquot y Ricordeau (1981) para las razas Alpina, Saanen y Poitevine.

Por último, aunque por motivos de espacio en la tabla 2 sólo se ha reflejado el resultado para tres años, la tendencia es similar desde 1993 hasta 2000, con un aumento paulatino de la producción de leche y de grasa total. Este resultado es consecuencia de la mejora del manejo en las explotaciones controladas y la correcta aplicación de los datos de Control Lechero Oficial para la elección de la reposición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carrizosa, J.A.; Falagán, A.; Urrutia, B. y Lafuente, A.: Notas preliminares sobre lactaciones normalizadas de cabras Murciano-Granadinas en Murcia: I. Influencia de la época de partos. ITEA Vol. Extra nº 12, (I): 3-5. 1993.

Corcy, J.C.: La Cabra. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 1991.

Gall, C.: Milk Production. En Gall, C. (ed.) Goat Production: 309-344. Academic Press Inc. Londres, 1981.

Gutiérrez, M.J.; García, T.; Rodero, E.; Peña, F. y Herrera, M.: Efecto del tipo y número de parto sobre la producción de leche de cabras Murciano-Granadinas. Actas de las XX Jornadas Científicas de la SEOC: 515-520. Madrid, 1997.

Lafuente, A.; Falagán, A.; Urrutia, B. y Carrizosa, J.A.: Notas preliminares sobre lactaciones normalizadas de cabras Murciano-Granadinas en Murcia: II. Efecto número de parto. ITEA Vol. Extra nº 12, (I): 6-8. 1993.

Lafuente, A.; Urrutia, B.; Falagán, A. y Carrizosa, J.A.: Influencia de la época de partos en las lactaciones de cabras de raza Murciano-Granadina en Murcia. Resúmenes de la 43 Reunión Anual de la FEZ: 301-301. Madrid, 1992.

Mocquot, J.C. y Ricordeau, G.: Facteurs de variation et parametres genetiques de la production laitiere des chevres en premiere lactation. Sixièmes Journees de la Recherche Ovine et Caprine. 402-412. París, 1981.

Peris, S.: Características de la curva de lactación y aptitud al ordeño mecánico de cabras de raza Murciano-Granadina. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, 1994.

Quittet, E.: La lactación y el ordeño. En La Cabra. Guía práctica para el ganadero. Ed Mundi-Prensa: 201-221. Madrid, 1978.

Rabasco, A.; Serradilla, J.M.; Padilla, J.A. y Serrano, A.: Genetic and non-genetic sources of variation in yield and composition of milk in Verata goats. Small Ruminant Research, 11: 151-161. 1993.

Serradilla, J.M.; Miranda, A.; Torres, R. y Jiménez, J.M.: Factores de variación ambiental. En: Mejora genética del ganado caprino. Ovis, 38: 37-45. 1995.

Vega, J.F.; Peña, F. y Sánchez, M.: Estudio de efectos fijos sobre la producción de leche en la cabra de raza Florida.. Actas de las XXIV Jornadas Científicas de la SEOC: 135-139. Soria, 1999.

ALIMENTACIÓN DE LA VACA Y EL TERNERO DURANTE LA LACTACIÓN Y EL CEBO EN SISTEMAS EXTENSIVOS DE MONTAÑA: (I) RENDIMIENTOS DEL REBAÑO EN LACTACIÓN

Casasús I., Bernués A., Sanz A., Revilla R.
Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, Zaragoza

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de vacuno de carne basados en partos de otoño, una posibilidad de reducir los costes de producción de terneros es aplicar un cierto nivel de restricción alimenticia durante la lactación en establo. La subnutrición de las vacas en lactación generalmente reduce los rendimientos productivos tanto de las vacas como de los terneros, y puede llegar a afectar al desarrollo posterior de éstos últimos. En este sentido, sin embargo, la subnutrición de las madres puede compensarse con una suplementación de pienso a los terneros, aunque la eficiencia de esta práctica en términos energéticos puede no coincidir con la conveniencia económica de su aplicación, en función de los precios relativos de los distintos alimentos para vacas y terneros y del precio de venta del producto final.

El objetivo general de este trabajo fue evaluar la conveniencia de administrar concentrado a los terneros desde una edad temprana o suplementar a las madres sobre la eficiencia productiva del ciclo completo de producción, hasta el sacrificio de los terneros machos a un peso fijo tras una fase de cebo intensivo. En esta primera parte se presentan los rendimientos durante el periodo de lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 40 vacas multíparas de raza Parda Alpina con parto en otoño, distribuidas en 4 lotes de 10 vacas y sus terneros cada uno. Cada lote tenía características similares al inicio del ensayo (peso, y condición corporal al parto y producción lechera a los 10 días postparto), y con igual proporción de terneros machos y hembras. Los animales se introdujeron en cada lote tras el parto, y permanecieron estabulados durante toda la lactación (150 días).

El ensayo se desarrolló según un diseño 2x2, combinando durante la lactación 2 niveles de alimentación de las vacas (Alto y Bajo) con 2 tipos de alimentación del ternero (Con o Sin concentrado): lotes **AC** (Alto, Con concentrado), **AS** (Alto, Sin concentrado), **BC** (Bajo, Con concentrado) y **BS** (Bajo, Sin concentrado).

El destete de los terneros se realizó a fecha fija, a los 150 días de edad. Posteriormente el ensayo finalizó para las hembras y todos los terneros machos se cebaron de forma intensiva hasta alcanzar un peso fijo (525 kg de peso vivo).

Las vacas se alimentaron con una ración completa comercial, cubriéndose el 100% o el 66% de sus necesidades teóricas de producción en los niveles Alto y Bajo respectivamente. Los terneros de los lotes AC y BC dispusieron a voluntad durante toda la lactación de un preparado comercial de arranque suministrado en tolva, cuyo consumo se registro diariamente por lote, en cada grupo de 10 terneros.

Las vacas y terneros se pesaron semanalmente. La condición corporal de las vacas se determinó en el momento del parto y al destete, y su producción lechera se midió mensualmente.

Se realizaron análisis de varianza mediante modelos lineales generalizados considerando el nivel de alimentación de la madre (Alto vs. Bajo), la suplementación de los terneros (Con vs. Sin concentrado) y la interacción entre ambos como efectos fijos para evaluar el efecto del manejo alimenticio sobre los parámetros productivos de los animales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de los 5 meses de lactación, las vacas sometidas al nivel de alimentación Alto presentaron menores pérdidas de peso y condición corporal que las del nivel Bajo, y una producción lechera superior (Tabla 1), con una diferencia máxima de 2.13 kg (en el día 40) y media de 1.44 kg diarios. El contenido en proteína y extracto seco de la leche también fueron superiores en el nivel de alimentación Alto frente al Bajo. Por el contrario, no se observó ningún efecto de la suplementación a los terneros sobre los rendimientos de sus madres.

Tabla 1. Rendimientos productivos de las vacas durante la lactación

	Nivel alimentación madre		Suplementación ternero					
	Alto	Bajo	Con	Sin	*e.s.d.*	Nivel	Supl.	N x S
PV parto, kg	603.1	628.8	615.9	616.0	*36.12*	NS	NS	NS
Ganancia media diaria, kg	-0.059	-0.375	-0.252	-0.183	*0.095*	*	NS	NS
CC parto	2.50	2.56	2.53	2.53	*0.092*	NS	NS	NS
CC destete	2.60	2.36	2.47	2.49	*0.121*	***	NS	NS
Producción leche, kg/día	8.87	7.62	8.33	8.16	*1.07*	*	NS	NS
Grasa, g/kg	37.67	38.09	38.76	37.00	3.25	NS	NS	NS
Proteína, g/kg	36.43	33.91	34.81	35.54	1.76	**	NS	NS

En el conjunto de la lactación, el crecimiento de los terneros se vio afectado tanto por el nivel de alimentación de sus madres, debido a las diferencias en la disponibilidad de leche, como por el hecho de recibir o no concentrado, diferencias que se reflejaron en los diferentes pesos al destete (Tabla 2).

Tabla 2. Pesos y crecimientos de los terneros durante la lactación.

	Nivel alimentación madre		Suplementación ternero					
	Alto	Bajo	Con	Sin	*e.s.d.*	Nivel	Supl.	N X S
PT nacimiento, kg	45.2	42.8	43.7	44.3	*3.87*	NS	NS	NS
PT destete, kg	203.3	182.2	216.4	169.1	*9.08*	**	***	NS
Ganancia media diaria, kg	1.006	0.886	1.109	0.783	*0.060*	*	***	NS

Considerando individualmente cada lote, los crecimientos de los terneros que recibieron concentrado fueron superiores ($p<0.001$) a los del resto y similares entre sí (1.148 y 1.069 kg/día en AC y BC, NS), a pesar de la distinta disponibilidad de leche. Las menores ganancias se observaron en los terneros del lote BS (0.702 kg/día), mientras que en el lote AS los crecimientos fueron intermedios (0.864 kg/día), diferencias que se reflejaron en los pesos al destete (Figura 1).

Las diferencias entre las ganancias de los distintos lotes se desarrollaron progresivamente a lo largo de la lactación. Aunque se observó una tendencia a que los crecimientos fueran mayores en los terneros cuyas madres recibían un nivel de alimentación Alto ($p>0.10$), la diferencia sólo fue significativa durante el segundo mes de lactación ($p<0.05$). A partir del 3er mes de lactación únicamente se observaron diferencias significativas entre los terneros que recibían suplementación (AC y BC) y los que se alimentaban sólo de leche (AS y BS) ($p<0.001$) (Figura 2), como observan otros autores (Lishman et al., 1984). Por ello, el crecimiento de los

terneros suplementados se aproximó a una función cuadrática, mientras en los no suplementados la relación se mantuvo lineal hasta el destete (Figura 1).

Figura 1. Crecimiento de los terneros a lo largo de la lactación

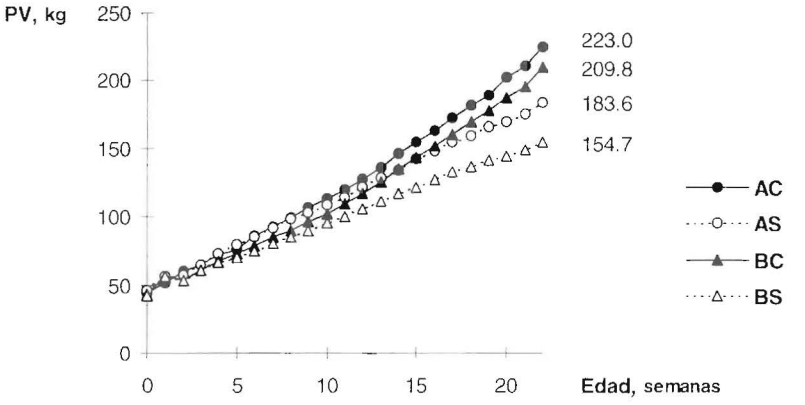
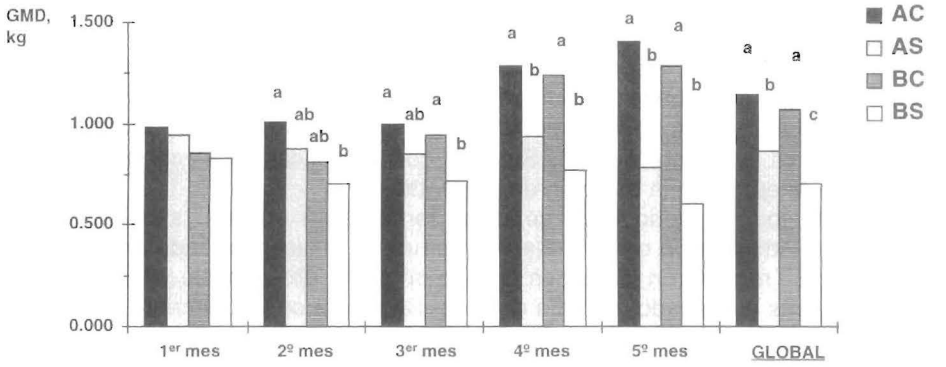


Figura 2. GMD mensuales y global de los terneros durante la lactación.



No se observaron diferencias debidas al nivel de alimentación de la madre ni en el consumo medio diario (1.865 vs. 1.867 kg MS/día en los lotes AC y BC, respectivamente) ni en el consumo total de pienso durante la lactación (161 vs. 169 kg MS en los lotes AC y BC, respectivamente), a pesar de la diferente disponibilidad de leche, al igual que se observó en otros ensayos (Fiss y Wilton, 1993). La evolución del consumo fue idéntica en ambos lotes, iniciándose en la 7ª semana de lactación con 0.4 kg MS/día y aumentando hasta alcanzar 4.4 kg MS/día al destete.

Ante un consumo de pienso similar, el hecho de que las ganancias fueran similares en los dos lotes suplementados implicaría un aprovechamiento más eficiente de la suplementación por parte de los terneros con menor consumo de leche, como observan otros autores (Ochoa et al., 1981).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fiss y Wilton, 1993. Journal of Animal Science 71: 2874-2884.
- Lishman et al., 1984. South African Journal of Animal Science 14: 20-25.
- Ochoa et al., 1981. Journal of Animal Science 53: 567-574.

ALIMENTACIÓN DE LA VACA Y EL TERNERO DURANTE LA LACTACIÓN Y EL CEBO EN SISTEMAS EXTENSIVOS DE MONTAÑA: (II) RENDIMIENTOS DE LOS TERNEROS EN CEBO Y EFICIENCIA BIOLÓGICA

Casasús I.[1], Bernués A.[1], Sanz A.[1], Alzón M.[2], Eguinoa P.[2]
[1] Servicio de Investigación Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, Zaragoza
[2] E.T.S.I.A., Universidad Pública de Navarra, Pamplona

INTRODUCCIÓN

El efecto de una subnutrición a edades tempranas sobre el crecimiento posterior de los terneros es discutido, puesto que mientras algunos autores defienden que ésta puede generar un retraso permanente en el desarrollo (Berge, 1991), en otros trabajos se ha descrito una compensación completa tras un periodo de realimentación posterior (Patterson et al., 1995). Aunque el plano nutritivo durante la lactación condiciona la productividad de las hembras en la edad adulta, en términos cualitativos no parece tener efectos residuales sobre el desarrollo tisular o las características de la canal de los machos para cebo (Myers et al., 1999).

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló según un diseño 2x2, combinando 2 niveles de alimentación de las vacas (Alto (A) y Bajo (B)) con 2 tipos de alimentación del ternero (Con (C) o Sin concentrado (S)): lotes AC, AS, BC y BS, con cinco terneros machos por lote. Los terneros se destetaron a los 150 días de edad y se cebaron hasta alcanzar un peso vivo fijo de 525 kg.

Durante el cebo los terneros dispusieron de un concentrado comercial granulado y paja de cebada a voluntad. El consumo diario de pienso se registró de forma individual y automática mediante el sistema de gestión computerizado ALPRO® (Alfa Laval Agri, Tumba, Suecia), con identificación electromagnética de cada animal al entrar en la estación de alimentación.

Durante todo el periodo de cebo los terneros se pesaron semanalmente, y finalmente se sacrificaron en un matadero comercial al alcanzar cada uno de ellos el peso fijado. Se registraron los pesos en vivo en el día de sacrificio y también los de la canal fría tras el faenado y un día de oreo. Se valoraron visualmente el estado de engrasamiento en una escala de 1 a 5 y la conformación de la canal según la escala EUROP (R. CEE nº 2930), y posteriormente ambas medidas se transformaron a una escala continua de 1 a 15 para su análisis.

Se realizaron pruebas de correlación y análisis de varianza mediante modelos lineales generalizados considerando el nivel de alimentación de la madre (Alto vs. Bajo), la suplementación de los terneros (Con vs. Sin concentrado) y la interacción entre ambos factores como efectos fijos para evaluar el efecto del manejo alimenticio sobre los parámetros productivos de los animales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias significativas en los crecimientos de los terneros en cebo en función del diferente manejo durante la lactación (Tabla 1), siendo la ganancia media de 1.684 (e.s. 0.032) kg/día. La ausencia de crecimiento compensador se evidenció también en la falta de correlación entre el peso al inicio del cebo o la ganancia durante la lactación con la ganancia en cebo. La falta de compensación podría deberse a que la subnutrición se aplicó desde el nacimiento, ya que ésta es más probable si la subnutrición es más tardía (Berge, 1991).

En consecuencia, los rendimientos en lactación condicionaron la duración del

periodo de cebo para alcanzar el objetivo de peso al sacrificio (Tabla 1): los terneros que habían recibido concentrado durante la lactación necesitaron un periodo inferior para alcanzar dicho objetivo, mientras que la duración del cebo se incrementó en los lotes alimentados únicamente con la leche de la madre ($p<0.001$). En este sentido, una mayor ganancia en lactación y un mayor peso al destete originaron una menor duración del cebo ($r = -0.79$ y $r= -0.85$, respectivamente, $p<0.001$). Así, una diferencia máxima de peso medio al inicio del cebo de 84.2 kg entre los lotes AC y BS provocó un alargamiento medio de esta fase en 52 días para alcanzar el peso al sacrificio fijado.

Tabla 1. Pesos, crecimientos, consumos e índices de conversión durante el cebo.

	Nivel madre		Supl. ternero					
	Alto	Bajo	Con	Sin	*e.s.d.*	Nivel	Supl.	N x S
GMD en lactación, kg	1.141	0.956	1.225	0.873	*0.0795*	***	***	NS
Peso inicial (destete), kg	225.8	195.8	237.9	183.7	*17.86*	**	***	NS
Peso final (sacrificio), kg	523.1	516.2	521.2	518.1	*24.77*	NS	NS	NS
GMD en cebo, kg	1.644	1.715	1.710	1.649	*0.1310*	NS	NS	NS
Días en cebo	186	196	170	212	*23.1*	NS	**	NS
Consumo pienso, kg MS/d	6.43	6.30	6.43	6.30	*0.282*	NS	NS	NS
Consumo total cebo, kg MS	1200	1194	1090	1304	*125.6*	NS	**	NS
Indice de conversión	4.06	3.87	3.93	4.00	*0.240*	NS	NS	NS

El consumo medio diario de pienso fue independiente del manejo seguido durante la lactación (Tabla 1), con una media de 6.36 (e.s. 0.076) kg/día. Tampoco se observaron diferencias el índice de conversión, que fue como media de 3.97 (e.s. 0.065) kg MS de pienso/kg de peso. Estos resultados explicarían la falta de compensación de la subnutrición previa, como observaron Myers et al. (1999), y al contrario de los resultados obtenidos en el ensayo de Patterson et al. (1995).

Sin embargo, el consumo total de pienso fue mayor en los terneros que no habían recibido concentrado durante la lactación ($p<0.01$), en función de la mayor duración del periodo de cebo a consecuencia del menor peso inicial. La correlación entre el peso al destete y el consumo total de pienso fue $r = -0.73$ ($p<0.01$).

Al sacrificio los terneros de los cuatro lotes tenían un peso vivo similar (519.2 kg, e.s. 5.69). El manejo alimenticio durante la lactación no afectó al peso de la canal (304.0 kg, e.s. 3.86), rendimiento canal (58.55%, e.s. 0.396), clasificación por conformación transformada a una escala 1-15 (10.85, e.s. 0.342) ni al estado de engrasamiento a escala 1-15 (7.05, e.s. 0.380).

Tabla 2. Parámetros medidos en la canal de los terneros al sacrificio.

	Nivel madre		Supl. ternero					
	Alto	Bajo	Con	Sin	*e.s.d.*	Nivel	Supl.	N x S
Peso canal, kg	305.9	301.8	302.7	305.1	*16.46*	NS	NS	NS
Rendimiento canal, %	58.50	58.46	58.07	58.89	*1.539*	NS	NS	NS
Engrasamiento (1-15), puntos	7.05	7.12	7.17	7.00	*1.633*	NS	NS	NS
Conformación (1-15), puntos	10.90	10.78	11.08	10.60	*1.478*	NS	NS	NS

El estado de engrasamiento y la conformación se correlacionaron negativamente entre sí ($r = -0.52$, $p<0.05$). El rendimiento canal se relacionó

positivamente con la puntuación por conformación (r = +0.68, p<0.001) y negativamente con el estado de engrasamiento (r = -0.79, p<0.001), de forma que a mayor conformación y menor engrasamiento, mayor rendimiento.

Finalmente se calculó la eficiencia biológica de las distintas alternativas de manejo en las dos fases de producción (lactación y cebo) y en el ciclo completo, siendo ésta inversa a la cantidad de energía (MJ EM) ingerida por kg de ternero producido. Para el cálculo de estas eficiencias, en la fase de lactación se consideró el consumo de la ración completa por parte de la madre y el de pienso por el ternero, calculando el coste energético de cada kg de peso del ternero al destete. En el cebo se relacionó el consumo de pienso con los kg ganados por cada ternero desde el destete al sacrificio. En el análisis del ciclo completo se contabilizó el consumo total de alimentos por la vaca y el ternero en lactación y cebo, y la eficiencia se refirió al peso vivo del ternero al sacrificio.

Tabla 3. Eficiencia biológica de la producción de terneros destetados y cebados

	Nivel madre		Supl. ternero				
	Alto	Bajo	Con	Sin	Nivel	Supl.	N x S
Consumo en lactación, MJ	15695	10771	14107	12360	***	***	NS
Eficiencia en lactación, MJ / kg peso destete	79.14	60.36	65.72	73.79	***	*	NS
Consumo en cebo, MJ	13390	13988	12242	15137	NS	**	NS
Eficiencia en cebo, MJ / kg peso ganado en cebo	44.23	42.24	41.88	44.58	NS	NS	NS
Consumo total, MJ	29217	24890	26564	27544	***	NS	NS
Eficiencia en el ciclo completo, MJ / kg peso sacrificio	55.95	48.23	51.02	53.16	***	NS	NS

El nivel de alimentación Alto supuso, tanto durante la lactación como en el ciclo completo, un mayor gasto energético y una utilización menos eficiente de la energía, por un mayor coste energético unitario del kg de producto, sin observarse diferencias durante el cebo.

La suplementación a los terneros también generó un mayor gasto energético en lactación, pero mejoró sensiblemente la eficiencia biológica. Durante el cebo esta suplementación redujo el gasto energético total pero no afectó a la eficiencia, en sintonía con la ausencia de crecimiento compensador. Finalmente, la suplementación en lactación no influyó en el gasto ni en la eficiencia en el ciclo completo, indicando que globalmente ambos son idénticos ya se suministre el pienso al ternero durante la lactación o durante el cebo. A la luz de estos resultados, cabe destacar que es más interesante suplementar al ternero que a la vaca durante la lactación de cara a optimizar el rendimiento energético, tanto en las explotaciones de vacas nodrizas como en las de ciclo completo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berge, P., 1991. Long-term effects of feeding during calfhood on subsequent performance in beef cattle (a review). Livestock Production Science 28: 179-201.
- Myers, S.E., Faulkner D.B., Ireland F.A., Berger L.L., Parrett D.F., 1999. Production systems comparing early weaning to normal weaning with or without creep feeding for beef steers. Journal of Animal Science 77: 300-310.
- Patterson, D.C., Steen R.W.J., Kilpatrick D.J., 1995. Growth and development in beef cattle. 1. Direct and residual effects of plane of nutrition during early life on components of gain and food efficiency. Journal of Agricultural Science 124: 91-100.

ALIMENTACION DE LA VACA Y EL TERNERO DURANTE LA LACTACIÓN Y EL CEBO EN SISTEMAS EXTENSIVOS DE MONTAÑA: (III) EVALUACIÓN ECONÓMICA DE DIFERENTES ESTRATEGIAS

Bernués A., Casasús I., Sanz A., Manrique E.[1], Revilla R.
Servicio de Investigación Agroalimentaria. Gobierno de Aragón. Apdo. 727, 50.080 Zaragoza
[1]Dpto. Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La alimentación invernal del ganado vacuno de carne explotado en condiciones extensivas representa la mayor proporción de los costes de alimentación (Serrano et al., 1997). Un manejo adecuado de la alimentación de la madre y el ternero durante esta fase puede resultar decisivo en los resultados económicos finales obtenidos.
Pueden utilizarse diferentes estrategias de nutrición en vacas y terneros para reducir los costes de alimentación durante la estabulación, pero habrá que considerar las repercusiones productivas y reproductivas a corto y largo plazo.
Por otro lado, los terneros destetados carecen de precio objetivo de mercado, lo que hace muy difícil la determinación de su punto óptimo de comercialización.
El objetivo de este trabajo es evaluar económicamente diferentes estrategias de alimentación de las vacas y los terneros en las fases de lactación y cebo.

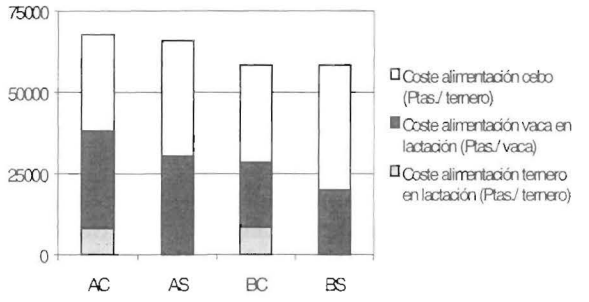
MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño experimental 2×2, explicado en la primera parte de este trabajo, combinó en lactación 2 niveles de alimentación de las vacas (Alto y Bajo) con 2 tipos de alimentación del ternero (Con o Sin concentrado): lotes AC, AS, BC y BS.
El estudio económico de las diferentes estrategias de alimentación se realizó a través de un Análisis de Presupuestos Parciales (APP). El APP es una aplicación del principio de coste de oportunidad. En él se testan diferentes opciones de manejo a través de la comparación de los beneficios que generan con los costes de oportunidad al no seguir otras alternativas (Turner y Taylor, 1998) Hay que considerar aquellos ítems financieros que cambian en cada alternativa: ingresos adicionales (A); costes evitados (B); costes adicionales (C); e ingresos perdidos (D), de manera que la alternativa mejor desde el punto de vista económico será aquella cuya diferencia entre A+B y C+D sea mayor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al considerar los costes de alimentación totales, los lotes AC y AS supusieron unos gastos de alimentación significativamente mayores (≈14%) que los lotes BC y BS (Gráfica 1), debido a la alimentación más elevada de la vaca lactante. El coste total de alimentación del ternero en todo el ciclo varió muy poco, lo que significó que para un mismo régimen alimenticio de la madre, no hubo diferencias significativas entre los lotes que suministraban pienso de iniciación a los terneros y los que no.
Sin embargo, los costes de alimentación del ternero se produjeron en diferentes etapas del ciclo productivo. Estos costes fueron nulos para los lotes AS y BS durante la lactación, pero fueron mayores en el cebo en una cuantía que compensó el ahorro producido. Este hecho estaba relacionado con la ausencia de crecimiento compensador en animales menos pesados al destete (alimentados exclusivamente con la leche materna), como lo demostró el hecho de que el coste de alimentación del ternero durante el cebo estuviera muy correlacionado con el peso de entrada de los animales a cebo (r=–0.95) y con la duración del mismo (r=0.99).

Gráfica 1. Importancia de los costes de alimentación del ternero y la vaca durante la lactación y el cebo.



No obstante, es necesario considerar todas las repercusiones económicas que cada alternativa supone para identificar qué sistemas de manejo son los más eficientes.

Así, se realizó un Análisis de Presupuestos Parciales. En nuestro caso, se tomó el lote AC (alimentación de las vacas al 100% de sus necesidades y suministro de pienso a los terneros desde los 15 d) como sistema de referencia para comparar las otras estrategias[1].

Los aspectos técnicos y económicos que variaban según las estrategias de manejo fueron los siguientes: peso y precio de los terneros destetados; peso y precio del ternero al sacrificio; duración del cebo y coste de utilización del cebadero; consumo y precio del pienso de iniciación y cebo para terneros y para las vacas[2].

Los tres lotes -AS, BC y BS- generaron, globalmente, beneficios extra con relación al lote de referencia AC (Tabla 1). El manejo seguido en el lote AS supuso un beneficio extra de 5544 Ptas. por ternero. La mayor parte de este resultado positivo se obtuvo en el periodo de cebo por un mayor ingreso en la venta de la canal ligeramente más pesada (aunque la diferencia no fue significativa). Sin embargo, los costes de alimentación y de uso del cebadero fueron mayores que el ahorro producido con la compra de un animal más ligero. Durante la lactación, el ahorro que supuso no utilizar pienso de lactación compensó el menor precio obtenido en la venta de los mismos para recría. Estos cálculos son validos considerando el precio del ternero destetado como una función lineal del peso[3].

Tabla 1. Ingresos adicionales, Costes evitados, Ingresos perdidos y Costes adicionales de las estrategias de alimentación de los lotes AS, BC y BS, con respecto al lote AC (Ptas./ternero)

Alto sin (AS)	Ingresos Adicionales	Costes Evitados	Ingresos Perdidos	Costes Adicionales	Beneficio Extra
LACTACIÓN	0.0	8130.5	5796.7	504.9	1828.9
CEBO	4896.0	5796.7	0.0	6977.6	3715.1
CICLO COMPLETO					5544.0
Bajo con (BC)					
LACTACIÓN	0.0	9985.8	2910.9	404.0	6670.9
CEBO	1632.0	2910.9	0.0	267.3	4275.6
CICLO COMPLETO					10946.5
Bajo sin (BS)					
LACTACIÓN	0.0	17985.4	10000.0	0.0	7985.4
CEBO	0.0	10000.0	867.0	10356.3	-1223.3
CICLO COMPLETO					6762.1

[1] Podría considerarse este sistema como el óptimo desde el punto de vista técnico, si nos referimos al peso del ternero al destete y condición corporal de la vaca.

[2] No hubo diferencias significativas en: conformación de la canal; fertilidad a término de las vacas; mortalidad durante el cebo. Además, la recuperación de condición corporal y peso de las vacas de los lotes BS y BC se realizó en pastoreo en primavera con coste cero. Luego, estas variables no se consideraron.

[3] Los insumos se valoraron a precios de mercado.; los terneros para sacrificio con datos de la Lonja de Binefar.

El lote BC obtuvo los mejores resultados económicos (10946 Ptas. de beneficio extra en relación al lote AC). Los menores costes de alimentación de las vacas en lactación fueron los que más contribuyeron a este resultado positivo. Estos compensaron sobradamente el menor ingreso obtenido a la venta del ternero para recría. En cebo, los costes adicionales de alimentación y uso de las instalaciones fueron muy reducidos, lo que también contribuyó notablemente en el resultado final.
La estrategia de manejo del lote BS también resultó globalmente rentable. Los costes evitados en la alimentación de la vaca y el ternero en lactación compensaron holgadamente el menor precio obtenido por el ternero para recría y fueron los responsables de los resultados finales positivos. Sin embargo, el periodo de cebo originó pérdidas netas, debido al coste adicional que representó la alimentación que no pudo compensar el menor precio de compra de los animales.
Con estos resultados podemos establecer una escala de alternativas de manejo en función de su interés económico para cada periodo de crianza y por tanto por tipo de explotación, tal y como refleja la Tabla 2 (izquierda).

Tabla 2. Estrategias de manejo ordenadas según su interés económico en cada fase.

	Experiencia original			*Análisis de sensibilidad: precio ternero destetado*			
				Diferencia precio mayor		*Precio único*	
No. orden	C. completo	Lactación	Cebo	*Lactación*	*Cebo*	*Lactación*	*Cebo*
1º	BC	BS	BC	*BC*	*AS*	*BS*	*BC*
2º	BS	BC	AS	*AC*	*BS*	*BC*	*AC*
3º	AS	AS	AC	*BS*	*BC*	*AS*	*AS*
4º	AC	AC	BS	*AS*	*AC*	*AC*	*BS*

Desde el punto de vista de explotaciones de ciclo completo, la estrategia de alimentación baja para la vaca y suministro de pienso al ternero fue la que más beneficio extra generó, a continuación se situaron las estrategias BS, AS y AC. En explotaciones de cría de terneros, sin embargo, la estrategia optima suponía una alimentación baja para la vaca sin suministro de pienso para los terneros, seguida de BC, AS y AC. En el caso de explotaciones de cebo de terneros, la estrategia óptima fue la misma que para explotaciones de ciclo completo (BC), seguida de AS. El beneficio extra de la estrategia BS fue negativo (-1223Ptas./ternero), lo que significó que la estrategia de referencia AC ofreció mejores resultados económicos que BS.
Se realizó un análisis de sensibilidad frente al factor que más influencia tenía sobre los resultados en las dos fases del ciclo, el precio del ternero destetado (Tabla 2, derecha). Se consideraron dos escenarios que modificaron sustancialmente el orden de interés de las alternativas. Un intervalo de precios mayor entre terneros ligeros y pesados hizo que el uso de concentrado fuera recomendable en explotaciones de terneros de cría (e inversamente para explotaciones de cebo). Opuestamente, un precio único (o poca variación de precio entre terneros de diferentes pesos) significó que el uso de concentrados no fuera tan recomendable en explotaciones de cría (aunque la estrategia BC sigue estando en segundo lugar), aunque sí era conveniente desde el punto de vista de las explotaciones de cebo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Serrano E., Lavín P., Ruiz A., 1997. Coste de producción en carne rosada y de ternera. En: Vacuno de carne: aspectos claves, Mundi-Prensa, Madrid, 557-569.
Turner J., Taylor M., 1998. Applied farm management, Blackwell Science, Oxford.

INFLUENCIA DE LA EDAD DE DESTETE DE NOVILLAS DE RAZA DE LIDIA SOBRE SU EDAD DE TIENTA Y EDAD DEL PRIMER PARTO

Caballero de la Calle, J.R.; Carrión, E.
EUITA de Ciudad Real. Univ. de Castilla La Mancha

INTRODUCCION

El destete de los terneros en el vacuno bravo sigue pautas similares al que se realiza, en nuestro país, en el resto de razas de carne criadas en extensivo. Así Villalba et alt (1996), estiman en las razas Parda Alpina o en la Pirenaica, que ésta fecha se puede realizar a partir de los 5 meses.

En vacuno de lidia las variaciones de esta edad oscilan entre un mínimo de 6 meses y un máximo de 12 (Caballero de la Calle et alt. 1995). Aunque Sánchez Belda (1984) opina que ésta edad es variable según la zona geográfica que ocupa la ganadería, y siempre estará acorde con las necesidades productivas de ésta.

Para Purroy (1995), el destete de los becerros de lidia se producirá a los 6-8 meses de edad y en cualquier caso, cuando hayan adquirido suficiente desarrollo corporal. Sin embargo Domecq (1998) es partidario de retrasar el momento de separación de sus madres, hasta los 10 meses. Y que éste acto se haga coincidir con el de su herrado o identificación, evitando así mayores situaciones stress en la vacada. Según Cruz Sagredo (1991) de 4-10 días tras el destete, el ternero puede sufrir fuertes shocks psíquicos e histaminoides, fiebre, alteraciones funcionales, procesos patológicos intercurrentes e incluso morir.

La tienta de hembras se aconseja entre los 2-3 años de edad, aunque Purroy (1988) aconseja tientas más tempranas a los 2 años de edad, para cubrir pronto a las hembras aprobadas y asegurar una mejor rentabilidad de la explotación. En un trabajo reciente (Caballero de la Calle, J.R. 2000), observa que la edad del primer parto está condicionada por la edad de tienta, comprobando que las novillas tentadas con más de 2,5 años se recuperan antes para su cubrición.

Para los ganaderos de bravo las fechas de destete y de tienta, son claves para la actividad productiva de la ganadería, sin embargo estas dos fechas son casi fijas en ellas. Pero es posible que el tiempo transcurrido entre ambos hechos tenga una incidencia fundamental sobre el comportamiento del animal en el proceso de selección y en la fecha del primer parto de la res.

El objetivo de nuestro trabajo es buscar las edades óptimas de destete y tienta para conseguir la edad de primer parto más temprana que asegure una buena productividad posterior de la novilla.

MATERIAL Y METODOS

Durante 2 años consecutivos recogemos datos de la edad de destete, edad de tienta y edad de primer parto de 60 hembras procedentes de 4 ganaderías de lidia situadas en el centro de la Península Ibérica. El tamaño medio de las explotaciones es de 95 vacas y 2 toros y su porcentaje de fertilidad es del 73,4%.

El número de animales obtenidos por ganaderías y su distribución anual aparecen en el cuadro 1. El número de novillas tentadas y aceptadas anualmente no es muy elevado, aunque sí muy similar en todas las explotaciones.

Cuadro 1. Distribución anual del nº de animales recogidos por ganaderías

AÑO	GANADERÍA				TOTAL
	1	2	3	4	
1	6	9	7	9	31
2	9	6	7	7	29
TOTAL	15	15	14	16	60

Realizamos un análisis de la varianza para detectar la influencia de la ganadería, del año, de la edad del destete de los terneros y de sus posibles interacciones sobre la edad de tienta de los novillas. Por otra parte, buscamos la influencia de la los parámetros anteriores y de sus posibles interacciones sobre la edad del primer parto de las hembras. Para realizar el estudio estadístico utilizamos el procesador informático SPSS 10.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSION

La edad media del destete es de 218,35⇧3,31 días, no existiendo diferencias significativas entre ganaderías (Cuadro 2). Por otra parte, la edad mínima de destete es de 6 meses en todas las explotaciones y la máxima es de 9. Tampoco encontramos diferencias significativas entre los dos años en estudio, aunque es algo más elevado en el segundo. Sin embargo, en ambos casos las edades máximas y mínimas son similares.

Cuadro 2.: Edad media de destete en días en las diferentes ganaderías

GANADERÍAS	EDAD DESTETE	Nº ANIMALES	MÍNIMO	MÁXIMO
1	218,53⇧5,66	15	180	250
2	218,87⇧7,50	15	180	270
3	216,07⇧6,86	14	180	259
4	219,69⇧6,98	16	181	270

La edad media de tienta fue de 864,10⇧10,39 días no existiendo diferencias significativas entre las ganaderías, ni entre los años en estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3.: Edad media de tienta en días en las diferentes ganaderías

GANADERÍAS	EDAD TIENTA	Nº ANIMALES	MÍNIMO	MÁXIMO
1	858,00⇧21,88	15	726	1000
2	840,46⇧16,90	15	740	931
3	871,79⇧17,50	14	784	995
4	885,25⇧24,89	16	722	1060

Sin embargo, la edad de tienta si fue afectada significativamente por la edad del destete de las becerras y por la interacción "edad de destete*año ".

Si agrupamos los animales utilizando éste parámetro, se observa un aumento de la edad de tienta en aquellos que se separan de sus madres más tardíamente

(Cuadro 4) y también que ésta varía en función de las oscilaciones anuales que pueda sufrir la edad de destete de las reses.

Cuadro 4.: Edad media de tienta en días según la edad de destete (días)

EDAD DESTETE	EDAD TIENTA	Nº ANIMALES	MÍNIMO	MÁXIMO
180-210	750,75⇧18,80[a]	24	704,06	849,91
211-240	853,90⇧17,98[b]	25	824,06	950,94
>240	981,09⇧14,65[c]	11	895,06	1095,94

Medias con superíndices distintos denotan diferencias significativas (P<0,05)

La edad media del primer parto fue de 1190,73⇧11,4 días no existiendo diferencias entre las ganaderías, ni entre los años en estudio (Cuadro 5). También las edades de destete y de tienta tienen una influencia significativa sobre la edad del primer parto. Observamos que ésta última mejora cuando aumentan ambas edades en las reses (Cuadros 6 y 7).

Cuadro 5.: Edad media del primer parto en días en las diferentes ganaderías

GANADERÍAS	EDAD 1er PARTO	Nº ANIMALES	MÍNIMO	MÁXIMO
1	1188,33⇧22,37	15	1025	1300
2	1204,07⇧21,69	15	1085	1316
3	1177,57⇧24,32	14	1034	1327
4	1192,25⇧24,46	16	1039	1375

Cuadro 6.: Edad media de tienta en días según la edad de tienta (días)

EDAD TIENTA	EDAD 1er PARTO	Nº ANIMALES	MÍNIMO	MÁXIMO
⇦800	1095,61⇧17,25[a]	17	704,06	849,91
801-900	1212,05⇧15,16[b]	25	824,06	950,94
>900	1283,77⇧19,44[c]	17	895,06	1095,94

Medias con superíndices distintos denotan diferencias significativas (P<0,001)

Cuadro 7.: Edad media de primer parto en días según la edad de destete (días)

EDAD DESTETE	EDAD 1er PARTO	Nº ANIMALES	MÍNIMO	MÁXIMO
180-210	1104,58⇧18,80[a]	24	1025	1223
211-240	1220,68⇧17,98[b]	25	1170	1316
>240	1309,46⇧14,65[c]	11	1290	1375

Medias con superíndices distintos denotan diferencias significativas (P<0,01)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CABALLERO DE LA CALLE, J.R. (1995). *II Simp.Nac.Toro de Lidia. Zafra (Badajoz).*

CABALLERO DE LA CALLE, J.R. (2000). *III Cong.Mund.Taur.Vet.. Arles (Francia).*

CRUZ SAGREDO, J. (1991). *El toro de lidia.* JJ.CC. Castilla y León.

DOMECQ, A. (1998). *El toro bravo.* La Tauromaquia. Espasa. Madrid.

MARTIN BELLIDO, M. (1985). *Tesis Doctoral.* INIA-MAPA:

PURROY, A. (1988). *La cría del toro bravo: arte y progreso.* Mundi-Prensa. Madrid.

PURROY, A. (1995). *Ganado vacuno de lidia. BOVIS nº 62 (2).23 (1): 14-17.*

RODRÍGUEZ MEDINA, P.L. (1993). *I Simp. Nac. del Toro de Lidia. Zafra (Badajoz).*

SANCHEZ BELDA, A. (1984). *Razas bovinas españolas.* SEA-MAPA. Madrid.

VILLALBA, D. et alt. (1996). *V Congreso Nacional de Buiatría. Zaragoza.*

EFECTO DEL ESTADO FISIOLOGICO EN LOS RENDIMIENTOS DEL GANADO VACUNO EN EL PN DE GORBEIA

Mandaluniz, N; Oregui, L.M.
NEIKER-Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46. 01080 Vitoria-Gasteiz

INTRODUCCION

La reducción paulatina de la cabaña ganadera y/o la modificación de las pautas de manejo, como el pastoreo no dirigido, experimentada en la mayoría de los Montes Cantábricos en los últimos años, ha producido un aumento de plantas leñosas en los pastos, repercutiendo en la alimentación del ganado. El manejo tradicional de una parte significativa de las explotaciones de ganado vacuno en la CAPV se basa en el uso de estos pastos de montaña (Ruiz *et al*, 1998), y estudios previos han señalado que su consumo de brezo aumenta de forma significativa a en ciertos momentos del período de estancia en monte (Mandaluniz *et al*, 1999 y Mandaluniz *et al*, 2000). Partiendo de estas premisas, se pretende realizar una primera evaluación del rendimiento del ganado vacuno durante la utilización de estos pastos de montaña.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante 3 años consecutivos (Tabla 1), sobre vacas, con o sin cría, que pastaban en el PN Gorbeia (para más detalles del manejo de los rebaños, sus características, etc. consultar Mandaluniz, Oregui, 1999). Los animales se pesaron, identificando su estado productivo, en el momento de acceso a los pastos comunales en mayo (p1), retirada de terneros en Sept-Octubre (p2) y retorno a las cuadras en Nov-Dic (p3). Aunque en el manejo tradicional la mayoría de los partos se dan durante el final de la invernada y primavera, se realizaron 3 lotes en función de la época de parto (final de invernada con "primavera", "verano" y "otoño") y 2 con el resto de animales denominados "vacías" (vacas que no parieron ese año y vacas que suben destetadas) y "novillas".

Tabla 1.- Número y características de los animales analizados.

Año	Partos pri	Partos ver	Partos oto	Vacías	Novillas	Terneros
1997	23	3	2	15	6	25
1998	50	7	4	19	25	44
1999	45	2	4	11	8	11
total	**118**	**12**	**10**	**45**	**39**	**80**

Dado que el estudio se realizó con ganaderías comerciales, fue preciso aprovechar manejos puntuales (desparasitaciones, retirada de terneros,...) para la realización de los pesajes.

Para estimar las variaciones reales del peso durante el periodo de pastoreo (GMD=ganancia media diaria), se realizaron correcciones por la perdida del contenido digestivo a la salida al pasto y por la gestación (INRA, 1978). Para poder estimar el crecimiento de los terneros que nacieron durante el periodo estival, se consideró como peso de nacimiento 42Kg (según datos de E.PI.FE.).

En el tratamiento de los datos se diferenciaron los terneros, las novillas (animales<3 años) y las adultas, analizándose de forma diferenciada. Igualmente se diferenciaron 2 periodos de pastoreo, verano y otoño. Aunque en este trabajo solo nos centremos en la época de parto, los datos se analizaron mediante el modelo lineal generalizado (SAS, 1988) teniendo en cuenta los efectos del año, época de parto, zona de pastoreo y la covariable "peso al inicio del periodo de pastoreo" denominada como PV* (p1, para la GMD de verano y p2 para la de otoño).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El formato medio de la vaca adulta que pasta en estas zonas fue de 409.5 Kg ±30, lo que indicaría que se busca un animal de formato medio-pequeño que se adapte al pastoreo de monte, donde permanecen más de la mitad del año.

Los modelos que mejor explicaron los rendimientos fueron los siguientes:

GMD vacas= b+ a*PV*+año+zona+época de parto R^2verano=0,33; R^2otoño= 0,32
GMD novillas= b+ a*PV*+año+zona R^2verano=0,34; R^2otoño=0,20
GMD terneros= μ+año+zona+ epoca de parto R^2verano=0,28

Los resultados indicaron que durante el pastoreo de verano los animales experimentaban una ganancia del PV que en el caso de las adultas era de 419±38 g/d. Estas ganancias contrastan con las encontradas por otros autores en zonas próximas (Osoro *et al*,1993 y Revilla *et al*,1993) en los cuales las GMD son algo inferiores en este mismo período.

No obstante, y como ya se había visto en otros casos (Casasús *et al*, 1995), la evolución del peso vivo de los animales dependió de sus características es decir del estado productivo en este periodo (Tabla 2). Así, las mayores ganancias durante el verano se observaron en los animales de parto de otoño y vacías, con ganancias significativamente ($p<0,001$) mayores a aquellas de partos de primavera o de verano. Esta ganancia se veía significativamente ($p<0,001$) afectada de forma negativa por el PV* (a=-0,0014) en el caso de las vacas y de forma positiva en las novillas (a=0,0017), las cuales presentaron una ganancia similar a la de las vacas con menores necesidades en este período.

Las ganancias de los terneros, aunque tuvieron crecimientos importantes tanto los nacidos en primavera así como los de verano, fueron algo inferiores a los descritos en el Pirineo Aragonés (Casasús et al, 1999, Villalva et al, 2000)

Tabla 2.- Medias de mínimos cuadrados (lsmeans) de la GMD (g/d) de los distintos grupos de animales en el período de estancia en monte.

	Vacas adultas (Epoca de parto)				Novillas	Terneros	
GMD	vacías	primav.	Verano	otoño		primav.	verano
Verano	654±72^a	322±42^b	92±130^b	673+±150^a	639±55	589±47	588±135
Otoño	15±74^b	32±52^b	-511±183^a	-531±157^a	-11±46		

En cada categoría de animales, las medias con distinto superíndice son diferentes estadísticamente ($p<0,05$) para el periodo considerado

Al contrario a lo descrito en verano, en el otoño se observaron variaciones de peso de carácter negativo, pero cuantitativamente pequeñas (-74±44 g/d). Al igual que en el período anterior la GMD de las vacas se vio afectada negativa (a=-0,0014) y significativamente ($p<0,001$) por el PV*, y fue diferente entre los distintos grupos de animales ($p<0,001$). Mientras las vacas vacías y de parto en primavera tendían a mantener el peso (Tabla 2), las de partos de verano y otoño, es decir, aquellas con mayores necesidades, experimentaron una pérdida importante de la GMD. Por su parte las novillas escasamente mantuvieron el PV y el PV* no afectó ($p>0.05$) a su GMD.

Las diferencias en los rendimientos entre verano y otoño podrían explicarse a partir de las variaciones en la dieta consumida por los animales. Así, durante el verano y coincidiendo con la máxima producción de hierba (Albizu *et al*, 1996), se observó una mayor calidad de la dieta de los animales (Mandaluniz *et al*, 2001). Por su parte la reducción de la calidad de la dieta en otoño iba acompañada de un

incremento del componente leñoso (Mandaluniz *et al*, 2000), lo cual a su vez indicaría una reducción en la disponibilidad herbácea.

En conclusión, el pastoreo de estas zonas de monte durante el verano permite el incremento del PV de las vacas sin cría y el mantenimiento de aquellas con mayores necesidades (cría y final de gestación). En estas últimas el incremento de peso se observa en la cría que experimenta crecimientos similares al resto de las adultas y novillas. Por el contrario, el pastoreo del otoño escasamente permite mantener el PV de los animales con menores necesidades y novillas , mientras que las de mayores necesidades experimentan pérdidas importantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente la colaboración de los propietarios de los rebaños controlados, así como al Gobierno Vasco por la dotación de la beca que disfruta Nerea Mandaluniz.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Albizu, I; Zubiaur, M; Rodriguez, M; Besga, G; Domingo, M; Onaindia, M (1996). Estructura y productividad de pastos naturales y mejorados en el macizo del borbeia en Bizkaia. Actas de la XXXVI Reunión Científica de la S.E.E.P., pp.217-220.

Casasús,I. *Contribución al estudio de los sistemas de producción de ganado vacuno en zonas de montaña: efecto de la raza y de la época de parto sobre la ingestión voluntaria de forrajes y los rendimientos en pastoreo*. Tesis Doctoral, Zaragoza, 1998.

Casasús.I; Villalva,D; Blanch,M; Revilla,R. *Role of summer grazing on cow weight recovery and calf gains on pyrenean mountain pastures.Suckler cow workers' meeting, Theix (France), 18-21 Sept. 1995.*

Casasús, I; Sanz, A; Villalva, D; Ferrer, R; Revilla, R. Efecto de la época de parto sobre los rendimientos en pastoreo de vacas de raza Parda Alpina en codiciones de montaña. ITEA, vol. Extra 20 Nº2, pg 568-570, (1999).

Informe Anual de E.PI.FE. (Federación de Euskadi de la raza Pirenaica) (1999).

INRA, *Alimentation des ruminants*, 1978.

Mandaluniz, N, Oregui, LM (1999Evolución del peso corporal del ganado vacuno en los pastos de montaña del macizo de Gorbeia. ITEA, Vol. Extra 20 (2):571-573.

Mandaluniz, N; Aldezabal, A; Oregui, LM (1999). Estrategia alimentaria del ganado vacuno en regimen extensivo en pastos de montaña. Actas de la Reunión Científica de la S.E.E.P., Pp413-418.

Mandaluniz, N; Aldezabal, A; Oregui, LM (2000). Comparación Interanual de la Estrategia Alimentaria del Ganado Vacuno en Pastos Comunales del Macizo de Gorbea (Bizkaia). III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, 7-13 Mayo (Bragansa-La Coruña-Lugo), pp.571-577.

Mandaluniz, N; Aldezabal, A; Oregui, LM (2001). Implicaciones nutritivas de la expansión de brezales en la alimentación del vacuno en los pastos de montaña del P.N. Gorbea. XLI Reunión Científica de la S.E.E.P., I Foro Iberoamericano de Pastos.

Osoro,K; Celaya,R; Oliván,M; del Pozo,M. Producción de vacas de cria de raza Asturiana del Valle en pastos de montaña dominados por *Agrostis-Festuca-Nardus-Calluna*. ITEA, Vol Extra 11(1):295-297 (1991).

Revilla,R; Gibon,A; Olleta,JL.. Variaciones de peso vivo durante el periodo de pastoreo en vacas de carne explotadas en condiciones de montaña. ITEA Vol Extra 12:51-53 (1993).

Ruiz, R; Mandaluniz, N; Albizu, I; Oregui, LM. "The environmental role of traditional farming systems in the Basque Country" Third European Workshop of the LSRID network. Station Biologique Tour de Valat, 6 y 7 Marzo de 1998 (France).

SAS, 1988. SAS/Stat User's Guide. Cary, NC, USA

Villalba, D; Casasús, I; Sanz, A; Estany, J; Revilla, R (2000). Preweaning growth curves in BS an P calves with emphasis on individual variability. J. Anim. Sci., 78:1132-1140.

PRODUCTIVIDAD DE UNA MUESTRA DE EXPLOTACIONES DE "TERNERA DE ALISTE" Y CALIDAD DE LA CANAL DE LOS TERNEROS: EFECTO DE DIVERSOS FACTORES DE VARIACIÓN

S, Borrego[1]; A, Daza[2]; I, Ovejero[2]

[1] Director Técnico de "Ternera de Aliste". APTA. C/ Labradores, 5. 49500 Alcañices (Zamora)
[2] Departamento de Producción Animal. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

El área de producción de la marca de garantía "Ternera de Aliste" comprende las comarcas de la provincia de Zamora: Aliste, Tábara y Alba, Sanabria y Carballeda y Sayago e incluye 84 términos municipales pertenecientes a ellas con un censo de vacas nodrizas próximo a las 20.000 cabezas de las cuales alrededor de 2.000 están adscritas a la marca. En sus requisitos de producción se admite, como razas a explotar la Charolesa, Fleckvieh, Limusina, Parda Alpina, Alistano-Sanabresa, Sayagüesa, Morucha y sus cruces entre si. Los productos susceptibles de ser amparados por la marca son la Ternera de Aliste, Ternera Pastera de Aliste y Añojo de Aliste.

La "Ternera de Aliste", animales a los cuales se va referir la presente comunicación, son machos y hembras de los tipos genéticos precitados que conviven con su madre y no se destetan hasta el sacrificio (6-10 meses) y cuya alimentación está basada, fundamentalmente, en la leche materna. El pago a los ganaderos se realiza según peso y conformación de la canal penalizando el precio los estados de engrasamiento 1, 4 y 5 del modelo comunitario de clasificación de canales bovinas.

El presente trabajo aporta los primeros resultados productivos de una muestra de explotaciones de la zona y estudia el efecto de algunos factores de variación: tipo genético, sexo, ganadería y edad al destete-sacrificio sobre las variables: peso canal, relación peso canal/edad al sacrificio y conformación y estado de engrasamiento de las canales con el fin de iniciar una mejora del modelo productivo y de la calidad de las canales producidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han recabado datos de 197 animales del tipo "Ternera de Aliste", procedentes de 14 ganaderías, de los que se obtuvieron datos correspondientes al tipo genético, sexo, edad al sacrificio, peso canal y notas de conformación y del estado de engrasamiento evaluados, subjetivamente, mediante el modelo comunitario de clasificación de canales bovinas adaptándolo a las normas internas de la marca de garantía. Las equivalencias empleadas para la conformación y engrasamiento fueron: E = 6; U+ = 5; U = 4; R+ = 3; R = 2; O = 1 (no se encontraron canales S y P); 1 = No graso; 2 = Poco cubierto; 3 = Cubierto; 4 = Graso (no se observaron canales 5 = Muy graso).

De otra parte, se recabaron el número y las fechas de partos acontecidos en 6 ganaderías durante el año 2000 y el número de terneros que murieron durante la lactación con el fin de conocer la distribución estacional de partos y calcular la fertilidad (nº de terneros nacidos/vacas presentes) y la tasa de mortalidad de terneros, variables que no han sido posible conocer en las 8 explotaciones restantes debido a la no existencia de algunos datos.

Las 323 vacas madres de las 14 ganaderías estudiadas estuvieron sometidas a paridera continua, y su sistema de alimentación residió en el aprovechamiento de pastos comunales y privados durante todo el año y en suplementaciones alimenticias a base de ensilado, heno y concentrado. Los terneros permanecieron en el establo desde el nacimiento hasta el sacrificio alimentándose de leche materna, a razón de 2 tomas diarias cada 12 horas durante los 3-4 primeros meses de vida y 1 toma diaria a partir del 4º-5º mes, y de paja y una mezcla de cereales y pienso de arranque, administrados *ad libitum* 60-70 días después del nacimiento.

Los datos obtenidos inherentes a las canales se han estudiado mediante modelos de análisis de covarianza, incluyendo como efectos fijos el tipo genético, el sexo y la ganadería y como covariables la edad al sacrificio, para el peso canal y relación peso canal/edad al sacrificio, y el peso canal para las notas de conformación y de engrasamiento. La relación entre las variables dependientes peso canal y peso canal/edad al sacrificio con la edad al sacrificio se han estudiado, además, por regresión lineal simple.

Los resultados de distribución de partos, fertilidad y mortalidad de terneros se han cotejado mediante la prueba χ^2.

Los análisis se han realizado utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha detectado una concentración significativa de partos en el período octubre-marzo (Figura 1) influida, probablemente por las elevadas disponibilidades de pasto existentes desde marzo a junio, resultados que concuerdan con los observados en vacas de dehesa sometidas también a paridera continua (Daza y Glez Gutiérrez-Barquín, 1997). La fertilidad media obtenida en las 6 ganaderías, en las que fue posible estudiar esta variable, ha sido del 90,1% no habiendo evidenciado, la prueba χ^2, diferencias significativas de fertilidad según tipo genético de los progenitores: 80%, 90%, 91,1% y 100% en Fleckviech x Fleckviech (FL x FL), Limusín x Parda (L x P), Charolés x Parda (CH x P) y Charolés x Charolés (CH x CH), aunque en una ganadería (CH x P) la fertilidad fue inferior (73,3%) que en las 5 restantes ($P<0,05$) debido, según información del ganadero, a infertilidad del toro.

Estas tasa elevadas de fertilidad pueden haber sido debidas al efecto positivo, sobre la misma, del amamantamiento restringido de los terneros (Revilla, 1998).

La tasa media de mortalidad de terneros fue el 2,88%, no observándose diferencias según tipo genético y ganadería.

El tamaño medio de las 14 ganaderías ha sido de 23,07 ± 12,7 vacas y en las 6 ganaderías de las que se recabaron datos reproductivos (20,3 ± 11,2 vacas) no se ha encontrado ninguna relación entre el tamaño de explotación y la fertilidad y tasa de mortalidad de terneros.

El peso canal medio y la edad media al sacrificio de los terneros fueron 192,8 ± 18,6 kg y 221,1 ± 43,1 días, respectivamente

En la Tabla 1 aparecen reflejados el peso canal, la relación peso canal/edad al sacrificio y las notas de conformación y de engrasamiento según tipo genético y sexo del ternero. Los animales pardos y limusín x pardos son los que tuvieron menores pesos de la canal y relaciones peso canal/edad al sacrificio, siendo los fleckviech y los pardos los que exhibieron peores conformaciones, aunque el estado de engrasamiento no estuvo afectado por el tipo genético del ternero.

Como cabía esperar, el peso canal, la relación peso canal/edad al sacrificio y la nota de conformación fueron significativamente superiores en machos que en hembras, ocurriendo lo contrario respecto al estado de engrasamiento .

Las interacciones tipo genético x sexo y ganadería x sexo no fueron significativas, aunque dentro de los tipos genéticos (CH x P), FL, CH y P, presentes en varias ganaderías, si se detectaron diferencias significativas ($P<0,05$) de las variables inherentes a la canal según ganadería .

Según los resultados del análisis de covarianza, la edad al sacrificio (ES) tuvo una influencia estadísticamente significativa ($P<0,0001$) sobre el peso canal (PC) y sobre la relación (PC/ES) que supuso 0,262 kg de aumento de PC por día de incremento de ES y 25,3 g/día de reducción de la relación (PC/ES) por cada 10 días de aumento de la ES, resultados que han sido constatados por el análisis de regresión simple reflejado en la Tabla 2 y cuando se estudiaron las interacciones edad al sacrificio x tipo genético y edad al sacrificio x sexo mediante regresión lineal. Las pendientes fueron negativas para todos los tipos genéticos y para los dos sexos, siendo la de valor más bajo la de los terneros fleckviech, (-0,00068) animales en los que probablemente la restricción de leche haya sido menor debido a la alta producción de sus madres.

La nota de conformación aumentaba de manera significativa ($P<0,0001$) en 0,18 puntos por cada 10 kg de aumento del peso canal, pero la de engrasamiento tan sólo en 0,017 puntos, incremento que no era significativo ($P<0,27$).

Las variaciones, reflejadas en la Tabla 1, del PC y de la relación PC/ES, según tipo genético, pueden explicarse por la superioridad del peso al nacimiento de los terneros CH y CH x P y por la elevada producción de leche de las vacas Fleckviech.

La reducción de la relación (PC/ES) con el incremento de la edad al sacrificio puede explicarse por la diminución de la ingestión de leche (cambio de 2 tomas a 1 toma diaria) de los terneros durante los 3 últimos meses de lactación pese a que los animales dispusieron de alimento sólido *ad libitum* durante dicho período (Backer *et al* 1976, Russell *et al* 1979).

La conformación de los terneros de razas lecheras es inferior que la de los cruzados con razas de aptitud carne (Keane *et al*, 1989), y el no haber detectado diferencias en la nota subjetiva de engrasamiento de las canales, corregido el peso canal, según tipo genético, puede haber sido debido a que la clasificación subjetiva del engrasamiento sólo aprecia la grasa visible de cobertura e interna de la canal, ya que, teóricamente, debiéramos haber encontrado mayor engrasamiento en las canales de los terneros pardos y fleckviech puros.

Se admite, generalmente, que la conformación y el engrasamiento aumentan con el peso al sacrificio aunque no faltan experimentos (Hironaka *et al*, 1985) que han observado que el peso al sacrificio explica sólo variaciones pequeñas del estado de engrasamiento, siendo el tipo genético y la alimentación recibida los factores de mayor influencia sobre el mismo, resultados que están en la línea con los obtenidos en este trabajo.

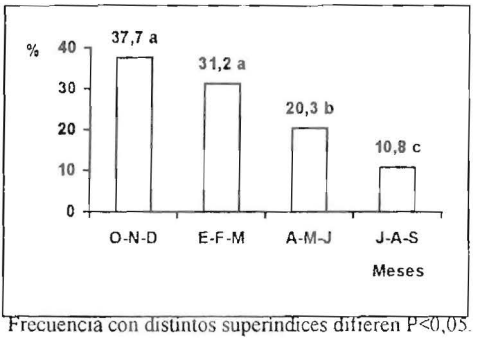
CONCLUSIONES

Aunque en las explotaciones estudiadas la tasa de fertilidad es elevada la concentración significativa de partos en octubre-marzo puede indicar que las reproductoras no están correctamente alimentadas.

La reducción significativa de la relación PC/ES a medida que aumenta la edad al sacrificio permite que se puedan sugerir cambios en el sistema de alimentación de los terneros.

Los terneros pardos y fleckviech puros son los peor valorados en el matadero, lo que incide negativamente en el precio que perciben los ganaderos.

FIGURA 1. Frecuencia de distribución de partos.



Frecuencia con distintos superíndices difieren P<0,05.

TABLA 1. Efecto del tipo genético y del sexo sobre el peso canal (PC), relación peso canal/edad al sacrificio (PC/ES), conformación (C) y engrasamiento (E).

	N	PC (kg)	PC/ES (kg/día)	C	E
Tipo genético					
Charolais x Parda	55	$188,6^{a}$	$0,911^{a}$	$3,46^{a}$	2,83
Charolais	55	$197,5^{b}$	$0,903^{a}$	$3,66^{a}$	2,76
Fleckviech	20	$204,3^{b}$	$0,915^{a}$	$2,45^{b}$	2,78
Limousin x Parda	31	$186,7^{a}$	$0,844^{b}$	$3,77^{a}$	2,74
Pardo	36	$184,5^{a}$	$0,842^{b}$	$2,92^{c}$	2,78
Sexo					
Machos	106	$209,1^{a}$	$0,960^{a}$	$3,42^{a}$	$2,69^{a}$
Hembras	91	$175,5^{b}$	$0,806^{b}$	$3,08^{b}$	$2,86^{b}$

Según factor de variación, medias de mínimos cuadrados con distinto superíndice difieren P<0,05; N=nº de canales.

TABLA 2. Ecuaciones de regresión simple entre el peso canal (PC) y la relación peso canal/edad al sacrificio (PC/ES) y la edad al sacrificio (ES)

PC (kg) = 140,15 + 0,236 ES (días) (n = 197; R^2 = 0,135)
PC/ES (kg/día) = 1,558 – 0,00299 ES (días) (n = 197; R^2 = 0,50)
n = nº de canales

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKER *et al.*, 1976. J. Agric. Sci., 87: 187-196

DAZA, A; GLEZ GUTIERREZ BARQUÍN, M. 1997. Archivos de Zootecnia, Vol. 46, 176: 347-355.

HIRONAKA *et al.*, 1985. Anim. Prod., 40: 251-258.

KEANE *et al.*, 1989. Anim. Prod., 48: 353-365.

REVILLA, R. 1998. En: Vacuno de carne. Aspectos claves. Coor.: C. Buxadé: 229-249. Ed. Mundi-Prensa.

RUSSELL *et al.*, 1979. Anim. Prod., 28: 309-327.

SAS 1990 Statistical Analysis System. Institute User's Guide (V6 4th Ed.) Cary NC.

EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN LAS EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO DEL VALLE DE LOS PEDROCHES (CÓRDOBA)

A. Gómez Cabrera(*), Mª. L. Martínez, C. Sánchez, J.A. Ballesteros, R. García(*)
Servicios Técnicos COVAP. Ricardo Delgado Vizcaino 1. Pozoblanco (Córdoba)
(*) Dpto. Producción Animal. ETSIAM. Apdo. 3048 Córdoba

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas para la mejora de los sistemas productivos radica en la ausencia de información real sobre los mismos, que permita analizar su situación. Ello suele ser debido a que el ganadero normalmente no ocupa su tiempo en la recogida sistemática de esta información, por no estar preparado para ello o por no ser capaz de rentabilizar este esfuerzo a través del análisis de los datos.

Para mejorar esta situación y facilitar la toma de decisiones, la Cooperativa Ganadera del Valle de los Pedroches (COVAP), dentro de su colaboración con la Universidad de Córdoba, puso en marcha un plan de actuación para mantener informado el sistema y propiciar la toma de decisiones en orden a la mejora de la eficacia del mismo. En el presente trabajo se analiza la evolución de los principales parámetros reproductivos del ganado vacuno lechero del Valle de los Pedroches, obtenidos como resultado del programa de controles establecido.

MATERIAL Y MÉTODOS

A finales del año 1996, se recogieron las fichas de anotaciones que realizaban los ganaderos sobre incidencias reproductivas, en 216 de las 520 explotaciones integradas en la cooperativa. De aquellas se descartaron 106 por no presentar anotaciones sistemáticas. Con los datos obtenidos se procedió a determinar, entre otros, el Intervalo entre partos (intervalo entre el parto ocurrido en el periodo considerado y el inmediato anterior) y el intervalo entre dos celos sucesivos.

En una segunda etapa, se procedió a la realización de un programa informático que permitiera la recogida y gestión de la información de las incidencias reproductivas de las explotaciones, así como la obtención automática de diversos índices reproductivos y de datos de apoyo a la gestión de la reproducción en las mismas. Entre los parámetros obtenidos, aparte de los señalados previamente, se encuentran los siguientes: Número de cubriciones por parto y Eficacia en la 1ª y 2ª cubrición (considerando eficaces solo a las que dan lugar a un parto). Diversos contenidos del programa y algunos datos preliminares han sido presentados por Gómez Cabrera y col. (2000). A su vez, García (1999) estudió las diferencias entre los distintos métodos de cálculo, utilizados por distintos investigadores, para la determinación de los parámetros normalmente utilizados en el control de la eficacia reproductiva en ganado vacuno lechero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El parámetro que refleja mejor la eficacia del sistema productiyo es el intervalo entre partos. En el cuadro 1 se expresan los valores medios y sus estadísticos de dispersión obtenidos a través de los dos sistemas de control: las fichas de control reproductivo y el programa de gestión.

Cuadro nº 1. Evolución anual del intervalo entre partos (días)

Estadísticos		Año									
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Fichas	Med	397	397	390	401	407	415				
	Max	801	915	849	976	1049	1032				
	Min	290	296	269	290	279	290				
	σ	99	88	77	82	90	90				
	Nº	45	431	1298	1953	2771	1052				
Programa	Med			378	374	393	392	404	409	416	419
	Max			513	521	892	809	945	903	1082	937
	Min			299	318	310	296	290	286	280	266
	σ			47	41	70	63	78	74	83	90
	Nº			27	70	139	488	819	1209	1608	1022

Aun cuando se observan diferencias entre los dos colectivos comparados, fruto de las diferencias en el número de las explotaciones representadas en cada uno de ellos, en ambos casos se aprecia una evolución que refleja una pérdida importante de eficacia reproductiva. Esta pérdida de eficacia es similar a la obtenida por el ITG en Navarra (ITG, 1998) y los valores alcanzados del mismo orden de magnitud que los obtenidos en otras zonas de España (Guerrero y Ugarte, 1999; Sala, 1996-99) aunque habría que tener en cuenta a la hora de hacer estas comparaciones cual es el colectivo de animales utilizado en el cálculo, las paridas o las presentes en el periodo, y si es intervalo es real o proyectado, datos que no suelen facilitarse con las estadísticas (García, 1999).

Cuando analizamos la evolución de los intervalos parto-1ª cubrición y parto-cubrición efectiva (cuadro 2), podemos constatar que dicha pérdida de eficacia se deriva solo parcialmente de un retraso en el momento de realizar la primera cubrición, que debe ser reflejo de un retraso en la aparición del primer celo, más que una voluntad de aumentar el periodo de espera voluntario por parte del ganadero. De hecho, observamos que, en algunos casos, la primera cubrición se lleva a cabo en pleno postparto (intervalos mínimos entre 2 y 10 días, que incluso llegan a representar cubriciones efectivas). Sobretodo, dicha pérdida de eficacia parece debida al retraso en quedar gestantes una vez iniciadas las cubriciones (intervalo entre la 1ª cubrición y la cubrición efectiva), si descartamos el valor del último año, en el que baja el número de controles, lo que corresponde a la falta de registro como gestantes de las vacas con mayor dificultad para quedar preñadas.

Este hecho se constata al observar la evolución de los porcentajes de preñez en 1ª y en 1ª + 2ª cubriciones, así como en el número de cubriciones por parto, cuyos valores para los distintos años en estudio se recogen en el cuadro 3.

Cuadro nº 2. Evolución anual de los intervalos entre el parto y la primera cubrición y la cubrición efectiva (días)

Estadísticos		Años						
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
P-1ªC	Med	74	77	78	74	82	81	81
	Max	209	211	260	341	456	523	389
	Min	30	14	12	10	2	3	10
	σ	26	29	34	34	41	40	38
	Nº	67	141	577	856	1346	2078	2234
P-C Ef	Med	115	120	137	135	143	139	124
	Max	604	526	660	798	662	657	596
	Min	37	34	24	10	23	3	12
	σ	76	72	83	88	88	84	71
	Nº	67	141	563	843	1281	1650	1128

Cuadro nº 3. Evolución anual de la eficacia de las primeras cubriciones y del número de cubriciones por parto.

Parámetros	Años						
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Eficacia 1ªC (%)	63	67	57	50	43	44	41
Efic. 1ª+2ªC (%)	89	78	79	74	71	71	68
Cub/Parto (Nº)	1,60	1,58	1,58	1,81	1,92	1,83	2,03

Aún no se dispone de suficiente información para explicar los motivos de esta pérdida de fertilidad, que el ITG (1994) relacionaba en su caso, en parte, con el aumento de la incidencia de BVD. Sin embargo, no hay que descartar que se esté produciendo también una menor eficacia en la detección del celo, como consecuencia del aumento del número de vacas atendidas por ganadero, lo que podría manifestarse en un aumento del intervalo entre celos, al pasar desapercibidos algunos de ellos. Así, de un total de 5346 intervalos incluidos en las fichas de anotaciones reproductivas, solo un 36% se encontraban en el margen máximo dado como normal (14 a 24 días). Sin embargo, en el rango de 40 a 49 días, que podría entenderse como un segundo celo normal, aparecían un 16%, entre el doble y el triple de los casos registrados entre 30 y 39, 50 y 59 ó 60 y 69 días, evidenciando la posibilidad de que el celo anterior hubiera pasado desapercibido. En parte, también, podría deducirse del hecho de que el intervalo entre celos entre los años 1993 y 1999 haya pasado desde 28 hasta 41 días de media, ya que no existe evidencia de que se haya producido en este periodo un aumento significativo de las muertes embrionarias, ni de los abortos.

BIBLIOGRAFIA: García (1999) TPFC. ETSIAM. Universidad de Córdoba; Gómez Cabrera y col(2000) Nuestra Cabaña 297:6-11; ITG (1994,98) Memorias anuales; Guerrero y Ugarte (1999) Informe Aberekin; Sala (1996-99) Informes FEFRIC.

EFECTO DE CONDICIÓN FISIOLÓGICA DE LA VACA AL INICIO DE LA TEMPORADA DE SERVICIOS SOBRE EL PESO AL DESTETE, AJUSTADO A 205 DÍAS, EN GANADO BRAHMAN EN CONDICIONES DE TRÓPICO VENEZOLANO

R. Vitto, D. Montoni, J. Parra y J. Ciria*
Decanato de Investigación. Universidad del Táchira. Venezuela.

* E. U. I. Agrarias. Campus Universitario. 42004 Soria

INTRODUCCION

Según Montilla y Colina (1998) la productividad del factor tierra bajo pastoreo en Venezuela ha sido y es exigua, aunque evolucionó positivamente en términos de kilogramos de carne por hectárea, de 5.4 en 1950, a 8.1 en 1961, a 16.1 en 1977 y a 22.8 en 1983, desde entonces, se mantiene o decrece ubicándose para 1996 en 20.1 kg de carne/ha. Ello debido a los diferentes factores que afectan el comportamiento productivo del rebaño, entre los que se encuentran: baja tasa de extracción, poca proporción de vacas en ordeño, ineficiencia de la producción vegetal clásica e irregularidad en el suministro cualitativo y cuantitativo de forrajes a través del año.

Si se quiere cumplir con el desafío de una población humana, que crece a ritmo más acelerado que el rebaño bovino nacional y que necesita alimentarse, es urgente reemplazar los sistemas convencionales por la tecnología moderna, cuyos métodos deben basarse en resultados de programas de investigación a gran escala y apoyados por políticas agropecuarias concebidas científicamente.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en la Hacienda Santa Rosa, propiedad de SIRCA empresa rental de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela, localizada geográficamente dentro de las coordenadas 07° 34" 15' latitud norte y 72° 02" 50' longitud oeste.

Para determinar la productividad medida por el peso al destete ajustado a 205 días de vida producido por vaca existente en el rebaño, se multiplicó el porcentaje de destete, cosecha neta de becerros, por el peso promedio al destete dividido entre 100 (Plasse, 1990).

Se consideró como variable dependiente los kilogramos de peso vivo producido por vaca existente en el rebaño. Se incluyeron 2.366 datos correspondientes a vacas que ingresaron a servicio entre los años 1985 y 1998, ambos inclusive. Los datos fueron procesados por medio de un análisis de variancia utilizando el procedimiento del Modelo Lineal General basado en la estimación de Mínimos Cuadrados, que permite analizar datos con número desigual de observaciones por subclases (Harvey, 1990). Para la condición fisiológica se consideraron tres clases: 1, vacas de primer servicio o novillas, 2, vacas no lactantes y 3, vacas lactantes.

El modelo utilizado fue:

$$Y_{ijklmn} = \mu + AIS_i + EIS_j + CFIS_k + TS_l + PT_m + (AIS \times CFIS)_{ik} + e_{ijklmn}$$

Donde: Y_{ijklmn} = kg de P. V. destetado / vaca "n", ajustando la edad del destete a 205 días, que fue cubierta por un toro de procedencia "m", bajo el tipo de servicio "l" , que ingresó a servicio en condición fisiológica "k", con edad al inicio de la temporada de servicio "j" y del año de servicio "i". μ = media. AIS_i = efecto del año de servicio "i"; i=1,...14. EIS_j = efecto edad de la vaca a la cubrición. "j"; j= 1,..17. $CFIS_k$ = efecto condición fisiológica de la vaca al iniciar la temporada de servicio "k"; k=1,2,3. TS_l= efecto tipo de servicio utilizado, "l"; l= 1,2. PT_m= efecto procedencia del toro asignado a la vaca "m"; m=1,2. $(AIS \times CFIS)_{ik}$ = efecto de la interacción año de servicio por condición fisiológica durante la temporada. E_{ijklm} = valor residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso promedio, ajustado a 205 días, por vaca existente en el rebaño fue de 95.4 ± 6.5 kg. La condición fisiológica afectó significativamente la productividad (P< 0.01). Los resultados señalan que las vacas de primera temporada de servicios, novillas, alcanzaron los mayores valores, seguidas por las vacas lactantes y estas por las vacas no lactantes, constantes de 31.6, -14.2 y - 17.4 kg respectivamente.

El hecho de que las vacas lactantes superen a las no lactantes, difiere marcadamente de lo publicado en la bibliografía latinoamericana para el comportamiento de estas clases. En el presente trabajo las vacas lactantes superan a las vacas no lactantes en 3.1 kg lo que representa 3.9 %, sin embargo, otros resultados indican lo contrario aunque para parámetros de medición diferentes.

Las vacas no lactantes superan a las lactantes con valores de 15 hasta 114 % para porcentaje de becerros destetados, según observaciones de diversos autores en Venezuela (Romero, 1990; Plasse, 1994; Arango y Plasse, 1995).

Igualmente, evaluando la eficiencia reproductiva por el porcentaje de gestación, Arango y Plasse (1995) y Plasse et al. (1997) hallaron valores de 21.2 % y 40.1 %, respectivamente, a favor de las no lactantes. Los resultados obtenidos en el presente estudio, podrían explicarse por el hecho de que la mayoría de las vacas lactantes van a servicio natural y las no lactantes al programa de inseminación artificial sin repaso con toro, soportando lo anterior con lo publicado por Plasse et al. (1988), quienes indicaron que la inseminación artificial disminuyó el promedio reproductivo normal del rebaño entre 9 % y 14 %, en novillas y vacas no lactantes, respectivamente, incrementándose entre 12 % y 49 % al repasar con monta natural durante la segunda mitad de la temporada de monta. Los mismos autores señalaron que a pesar de las numerosas ventajas de la inseminación artificial esta puede fracasar si no se cuenta con personal de campo entrenado, adecuada organización y supervisión frecuente de los programas.

Por otro lado, el hecho de separar las vacas de primer servicio de las no lactantes, con el fin de analizar cada grupo por separado determinando el efecto de cada clase individualmente y no unidas como aparecen en otros trabajos, pudiera estar provocando que las no lactantes aparezcan con el valor más bajo.

La constante de -14.2 kg para las vacas lactantes, permite considerar la productividad obtenida por este grupo adecuada, si se toma en cuenta que está determinada sobre la base de los vientres lactantes que ingresaron a servicio.Se fundamenta con lo señalado por Alvarado (1990) quien indicó que la eficiencia de las vacas de carne se ve afectada por la lactancia, con lo observado por Hoogesteijn et al. (1990), en cuanto a que la lactancia ejerce efecto negativo sobre la cubrición fértil y lo publicado por Arango y Plasse (1995) en cuanto a que la lactancia afecta negativamente el comportamiento reproductivo por razones fisiológicas y nutricionales.

La constante de 31.6 kg para las novillas indica una productividad bastante alta, favorecida probablemente por exigencias en cuanto al peso requerido para ingresar a

servicio, que en los últimos años se ha mantenido en un mínimo de 350 kg y al programa de selección aplicado en la finca, coincidiendo con lo observado por Plasse, 1994; Hoogesteijn y Verde, 1998; en el sentido de que las novillas alcanzan los niveles más altos de eficiencia reproductiva. No obstante, estos datos difieren de los presentados por Olson et al. (1998) quienes, aunque hallaron mayor tasa de nacimientos en novillas, no lograron mantener esa superioridad para el destete, debido a que la sobrevivencia de sus crías fue extremadamente baja, por lo que las vacas de 3 o más partos resultaron mejores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALVARADO, N. 1990. Tesis M. Sc Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Programa de Postgrado en Producción Animal, Maracay, Venezuela. 109 pp.

ARANGO, J. y PLASSE, D.1995. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango. (Eds.). XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 161-200.

HARVEY, W. 1990. Users guide for LSMLMW and MIXMDL PC-Z Version. Edición propia. pp 91.

HOOGESTEIJN, R., O. VERDE y D. PLASSE. 1990. En VI Congr. Venezolano Zoot. Mem. P.32 (Resumen).

HOOGESTEIJN, R., y O. VERDE.1998. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y R. Romero (Eds.). XIV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 167 - 200.

MONTILLA, J. y J. COLINA. 1998. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). XIV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 23 - 35

OLSON, T., C. VARGAS, C. CHASE y A. HAMMOND. 1998. Memorias de la Conferencia Internacional sobre ganadería en los Trópicos. Florida. USA. pp 2-11.

PLASSE, D. 1988. En: D. Plasse, y N. Peña de Borsotti (Eds.). IV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 1-51.

PLASSE, D. 1990. En: D. Plasse, y N. Peña de Borsotti (Eds.). VI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 31-51.

PLASSE, D. 1994. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). X Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 1-51.

PLASSE, D., R. HOOGESTEIJN, H. FOSSI, O. VERDE, P. BASTIDAS, R. RODRÍGUEZ, C. RODRÍGUEZ y V. SILVA. 1988. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 119 pp.

PLASSE, D., E. GALDO, B. BAUER y O. VERDE. 1997. Rev. Fac. Agron. Universidad del Zulia, Venezuela. 14: 551-559.

ROMERO, R. 1990. Tesis M. Sc. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Programa de Postgrado en Producción Animal, Maracay, Venezuela. 346 + xxiii pp.

EFECTO DE LA EDAD DE LA VACA SOBRE EL PESO AL DESTETE, AJUSTADO A 205 DÍAS, EN GANADO BRAHMAN EN CONDICIONES DE TRÓPICO VENEZOLANO

R. Vitto, D. Montoni, J. Parra y J. Ciria*.
Decanato de Investigación. Universidad del Táchira. Venezuela.
□
* E. U. I. Agrarias. Campus Universitario. 42004 Soria

INTRODUCCION

Desde hace aproximadamente 50 años Venezuela ha vivido casi exclusivamente de sus recursos petroleros, el resto de la industria, el comercio y particularmente el sector producción de la economía fueron relegados a apenas satisfacer las necesidades nacionales. En todo caso, las explotaciones de ganado bovino para carne se han mantenido a través del tiempo como uno de los principales y más estables rubros agropecuarios y a la vez ha sido el menos sensible a las significativas disminuciones observadas en los últimos años en productos que conforman el sub-sector agrícola animal.

Sin embargo, la ganadería Venezolana es de los sectores donde se observa la utilización de métodos tradicionalistas muy ineficientes. Desdichadamente la idea de la producción extensiva sin algún tipo de manejo eficaz, sigue vigente. Si bien es cierto que se han hecho grandes esfuerzos en el plano genético, no se ha logrado incrementar los indicadores de eficiencia que se mantienen y/o han disminuido a través del tiempo. Nacimientos del 45 %, mortalidad predestete del 11 %, cosecha neta de becerros del 40 % que, unido al promedio de 4 años de edad al primer parto y al sacrificio del macho, generan producciones promedio de 26 kg de carne/vaca/año y disponibilidad de 18 kg del producto por persona/año (Plasse, 1990), limitando severamente las posibilidades de progreso genético a través de la selección (Montoni, 1990).

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en la Hacienda Santa Rosa, propiedad de SIRCA empresa rental de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela, localizada geográficamente dentro de las coordenadas 07° 34" 15' latitud norte y 72° 02" 50' longitud oeste.

Para determinar la productividad medida por el peso al destete ajustado a 205 días de vida producido por vaca existente en el rebaño, se multiplicó el porcentaje de destete, cosecha neta de becerros, por el peso promedio al destete dividido entre 100 (Plasse, 1990).

Se consideró como variable dependiente los kilogramos de peso vivo producido por vaca existente en el rebaño. Se incluyeron 2.366 datos correspondientes a vacas que ingresaron a servicio entre los años 1985 y 1998, ambos inclusive. Los datos fueron procesados por medio de un análisis de varianza utilizando el procedimiento del Modelo Lineal General basado en la estimación de Mínimos Cuadrados, que permite analizar datos con número desigual de observaciones por subclases (Harvey, 1990). Para la edad de la vaca al ingresar a temporada de servicio, se evaluaron 16 niveles, desde 2 hasta 17 años de edad.

El modelo utilizado fue:

$$Y_{ijklmn} = \mu + AIS_i + EIS_j + CFIS_k + TS_l + PT_m + (AIS \times CFIS)_{ik} + e_{ijklmn}$$

Donde: Y_{ijklmn} = kg de P. V. destetado / vaca "n", ajustando la edad del destete a 205 días, que fue cubierta por un toro de procedencia "m", bajo el tipo de servicio "l" , que ingresó a servicio en condición fisiológica "k", con edad al inicio de la temporada de servicio "j" y del año de servicio "i". μ = media. AIS_i = efecto del año de servicio "i"; i=1,... 14. EIS_j =

efecto edad de la vaca a la cubrición. "j"; j= 1,..17. $CFIS_k$ = efecto condición fisiológica de la vaca al iniciar la temporada de servicio "k"; k=1,2,3. TS_l= efecto tipo de servicio utilizado, "l"; l= 1,2. PT_m= efecto procedencia del toro asignado a la vaca "m"; m=1,2. $(AIS \times CFIS)_{ik}$ = efecto de la interacción año de servicio por condición fisiológica durante la temporada. E_{ijklm} = valor residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso promedio, ajustado a 205 días, por vaca existente en el rebaño fue de 95.4 ± 6.5 kg. La edad de la vaca al inicio de la temporada de cubrición afectó significativamente la productividad (P<0.01). Los resultados indican que las vacas que ingresaron a servicio con 12 o más años destetaron el menor porcentaje de becerros, presentando constantes negativas superiores a -7.7 kg, sin embargo, se observa disminución del peso a partir de los 9 años de edad, constantes entre 4.5 y 16.9 kg. Los mayores valores se alcanzaron en vacas que ingresaron a servicio con edades intermedias, de 4 a 8 años, presentando constantes entre 18.1 y 34.3 kg, respectivamente. Esta situación permitiría enfatizar en los criterios de desecho de las vacas, procediendo a eliminar las vacas mayores de 11 años que no se cubren en la respectiva temporada de servicios.

Las vacas con edades extremas 2 años, constante de 7.5 kg, aunque superaron a las de 3 años, constante de 1.0 kg, y las de 12 o más años presentaron productividad inferior que las de edad intermedia, coincidiendo con lo indicado por Galdo et al., 1992; Plasse 1994; Arango y Plasse (1995); Montoni et al., 1995. quienes señalaron que la tendencia general del efecto edad, es a expresar valores menores de eficiencia reproductiva en hembras de edades extremas y mayores índices en aquellas de edad intermedia.

El comportamiento de las vacas que ingresaron a servicio con 2 años, que presentaron menor productividad que las de edad intermedia, 4 a 8 años, puede estar influenciado por el comportamiento reproductivo a lo largo de la vida del animal, corroborando lo señalado por Plasse et al. 1997; Montoni et al. 1998, quienes observaron valores de eficiencia reproductiva inferiores en vacas de 2.5 años, aumentando hasta el máximo en vacas de 6 a 7 años, disminuyendo bruscamente para las de más edad.

El hecho de que las vacas que ingresan a monta con 2 años de edad, presenten niveles bajos de productividad pudiera deberse a que los datos están ajustados, ya que en la práctica (promedio general no ajustado) en esta unidad de producción, los vientres de primer servicio fueron los que destetaron el mayor porcentaje de becerros, pero presentaron peor comportamiento durante la lactancia. Esto corrobora lo indicado por Plasse (1988), quien señaló que la menor eficiencia reproductiva para vacas de 2 años, que se indica en la biblografía latinoamericana, pudiera deberse al ajuste estadístico por estado de lactancia.

Tal como se esperaba, el comportamiento del grupo de vacas de 3 años fue normal y coincidente con lo publicado en la bibliografía, donde se señala que la eficiencia reproductiva más baja se obtiene en vacas de primer parto, 3 años, que en este trabajo representan el 70.7 % de los vientres de esa clase. El 29.3 % restante, ingresó como vacas de primer servicio, ello hizo que la magnitud de la constante no fuese mayor y por ende la productividad aun menor. Las vacas de 3 años presentaron baja productividad, lo cual corrobora lo publicado en la bibliografía, que constantemente indica que las vacas más jóvenes, de 2 y 3 años, son más susceptibles a la lactancia, lo que se refleja en menor eficiencia reproductiva (Alvarado, 1990; Montoni et al., 1995; Hoogesteijn y Verde 1998). Esto fue asociado por Montoni et al. (1993) a los mayores requerimientos nutricionales que demanda la función de crecimiento aún activa en la hembra primípara y al estrés de la lactancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALVARADO, N. 1990. Tesis M. Sc Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Programa de Postgrado en Producción Animal, Maracay, Venezuela. 109 pp.

ARANGO, J. y PLASSE, D.1995. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango. (Eds.). XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 161-200.
GALDO, E., D. PLASSE, B. BAUER y O. VERDE. 1992. Rev. Fac. Agron. Universidad del Zulia, Venezuela. 18: 181-20.
HARVEY, W. 1990. Users guide for LSMLMW and MIXMDL PC-Z Version. Edición propia. pp 91.
HOOGESTEIJN, R., y O. VERDE.1998. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y R. Romero (Eds.). XIV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 167 - 200.
MONTONI, D. 1990. En: D. Plasse y N. Peña de Borsotti (Eds.). VI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 1- 29.
MONTONI, D., R. VITTO y G. ROJAS. 1995. Estrategia para el manejo de la vaca de primer parto en bovinos de carne. En: D. Plasse., N. Peña de Borsotti y R. Romero. (Eds.). XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias Maracay, Venezuela. pp 161 - 195.
MONTONI, D., G. ROJAS, O. VERDE, J. SILVA y M. ARRIOJAS. 1993. Rev. Fac. Agron. Universidad del Zulia 18 : 247-266
MONTONI, D., J. PARRA y SANCHEZ, L. 1998. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). XIV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 1 - 51.
PLASSE, D. 1988. En: D. Plasse, y N. Peña de Borsotti (Eds.). IV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 1-51.
PLASSE, D. 1990. En: D. Plasse, y N. Peña de Borsotti (Eds.). VI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 31-51.
PLASSE, D. 1994. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). X Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 1-51.
PLASSE, D., E. GALDO, B. BAUER y O. VERDE. 1997. Rev. Fac. Agron. Universidad del Zulia, Venezuela. 14: 551-559.

EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS EXPLOTACIONES PORCINAS ESPAÑOLAS Y FRANCESAS ENTRE 1990 Y 1999

D. Babot, M. Vidal, J. Vidal, J.L. Noguera
Area de Producció Animal, Centre UdL-IRTA
Rovira Roure 177, 25198- LLEIDA
Email:dbabot@prodan.udl.es

INTRODUCCIÓN

Para caracterizar el rendimiento reproductivo de las explotaciones porcinas destinadas a la producción de lechones es habitual utilizar como criterio sintético el número de lechones destetados por cerda productiva y año, o productividad numérica (Legault, 1977). En la década de los ochenta la productividad numérica de las explotaciones porcinas españolas fue analizada por Noguera et al., (1991) para estimar la eficiencia y la evolución de las explotaciones españolas frente a otros países europeos.

El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados productivos de las explotaciones porcinas españolas y conocer la tendencia entre 1990 y 1999 de las principales variables que influyen en el rendimiento reproductivo de las explotaciones comparándolo con los resultados franceses.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos referentes a los animales de las explotaciones españolas proceden del Banco de Datos de Referencia del Porcino Español (BDporc). Las medias de referencia de las explotaciones de Francia proceden del programa de "Gestion Technique des Troupeaux de Truies" (GTTT) y son publicados de forma anual por el "Institut Technique du Porc" (ITP). El número de datos utilizado en el trabajo se presenta en la tabla 1. Las variables analizadas han sido la edad al primer parto (EPP), la duración de la lactación (DL), el intervalo destete cubrición fértil (IDCF), el número de lechones nacidos vivos (NV) y destetados (ND) por parto y por cerda productiva y año (PN). La tendencia anual de cada variable se ha estimado a través del coeficiente de regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presenta la evolución de la edad al primer parto en las explotaciones españolas y francesas. Durante la década de los noventa se ha retrasado la edad al primer parto de las cerdas en las explotaciones de los dos países analizados. En España el incremento de EPP ha sido sólo de 3 días, pasando de 357 en 1990 a 360 en 1999. En cambio, en Francia el incremento ha sido de 12 días pasando de 359 en 1990 a 371 días en 1999.

En la figura 2 puede verse como las variables DL e IDCF son sensiblemente diferentes en las explotaciones españolas y francesas. Mientras en España ha existido una tendencia mayoritaria a reducir la DL, pasando de 27 a 22 días entre 1990 y 1999, en Francia la media de DL anual es casi constante manteniéndose entre 26 y 27 días. Como consecuencia de ello la disminución de DL ha sido claramente diferente (tabla 2), de 0,81 y 0,14 días por año para España y Francia respectivamente. Para IDCF la reducción ha sido más importante en Francia (pasando de 11,6 días en 1990 a 9,8 días en 1999) que en España (entre 10,3 y 10,6 días). Globalmente el ritmo reproductivo se ha incrementado en los dos países

a lo largo de los diez años, con reducciones del intervalo entre partos de 5 días en España y de 3 días en Francia. Así, en 1999, las diferencias mostradas en DL e IDCF entre ambos países se compensan, y se traducen en variaciones de sólo 3 días entre el intervalo entre partos de las explotaciones españolas (147,8 días) y francesas (150,9 días).

En la figura 3 puede verse como la prolificidad de las cerdas (NV) es mayor en las explotaciones francesas (10,8 en 1990 y 11,6 en 1999) que en las españolas (9,8 en 1990 y 10,3 en 1999), presentando un aumento anual de 0,09 y 0,05 lechones en los dos países respectivamente (tabla 2).

Como consecuencia del comportamiento de las componentes de la productividad descritas previamente, la PN se ha incrementado de forma importante tanto en España como en Francia, con 0,37 y 0,26 lechones por año respectivamente (tabla 2). La mayor tasa de incremento presentada por las explotaciones españolas hace que la diferencia en PN con respecto a Francia existente en 1990, de 2,5 lechones, se haya reducido hasta los 1,7 lechones de diferencia en 1999.

En general puede concluirse que las diferencias en productividad entre las explotaciones españolas y francesas deben explicarse principalmente por las diferencias en prolificidad entre ambos países. Los resultados obtenidos por Le Cozler et al., (1997), Le Cozler et al., (1998) y Babot et al., (2000) indican que las diferencias existentes en la entrada en reproducción de los animales (EPP) y en la duración de la lactación (DL) no deben influir de forma significativa y por tanto no determinan diferencias importantes en PN.

REFERENCIAS

- Babot, D., Chavez, E.R., Noguera, J.L., 2000. Livest. Prod. Sci. (en evaluación)
- Le Cozler, Y., Dagorn, J., Dourmand, J.Y., Johansen, S., Aumaitre, A., 1997. Livest. Prod. Sci. 52, 1-11.
- Le Cozler, Y., Dagorn, J., Lindberg, J.E., Aumaître, A., Dourmad, J.Y., 1998. Livest. Prod. Sci. 53, 135-142.
- Legaul, C., 1977. Jour. Rech. Porcine en France 9:63-68.
-Noguera, J.L., Pomar, J., Estany, J., Babot, D., Alfonso, L., Galofré, R., 1991. ITEA Vol extra nº 11, II: 544-546.

Tabla 1. Descripción de los datos utilizados: Número de granjas (NG) y número de partos (NP).

	1990	1992	1994	1996	1998	1999
España: NG	166	294	482	750	833	795
NP	15336	36353	71489	123072	259251	328225
Francia: NG	4800	3892	3660	4209	3912	3927
NP	736751	784919	702653	984708	1082290	115734

Tabla 2.- Coeficientes de regresión lineal de las variables reproductivas estimados entre 1990 y 1999.

	EPP	DL	IDCF	IEP	NV	ND	PN
España	0,89	-0,81	-0,01	-0,87	0,05	0,06	0,37
Francia	1,61	-0,14	-0,22	-0,36	0,09	0,08	0,26

Figura 1. Evolución de la edad al primer parto (EPP) en España y Francia entre 1990 y 1999.

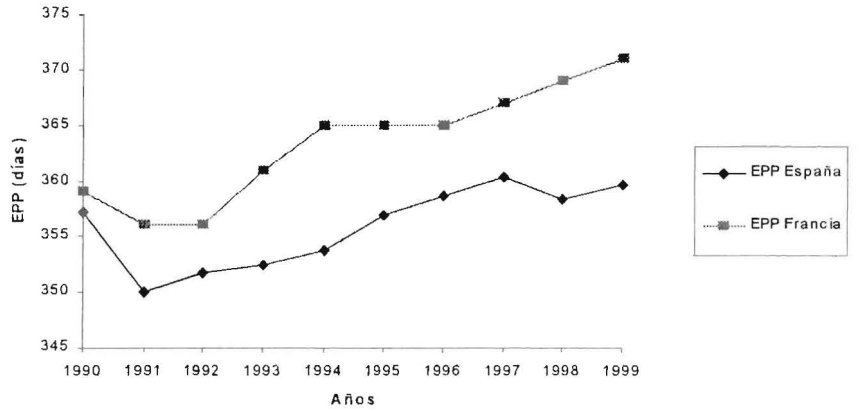


Figura 2. Evolución de la duración de lactación (DL) y del intervalo destete-cubrición fértil (IDCF) en España y Francia entre 1990 y 1999.

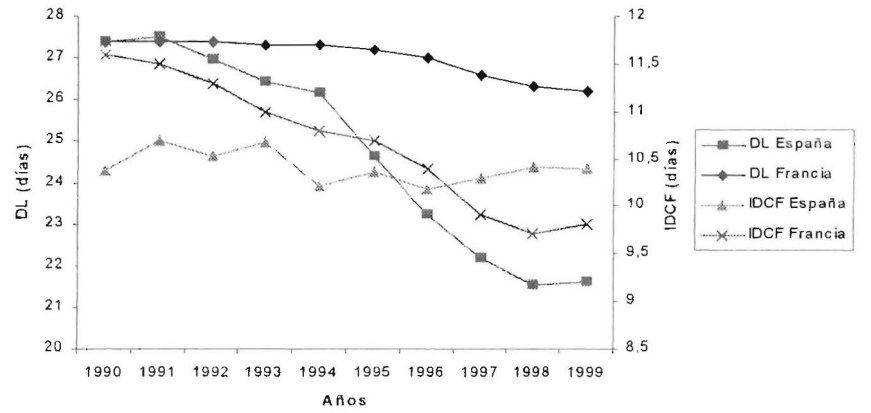
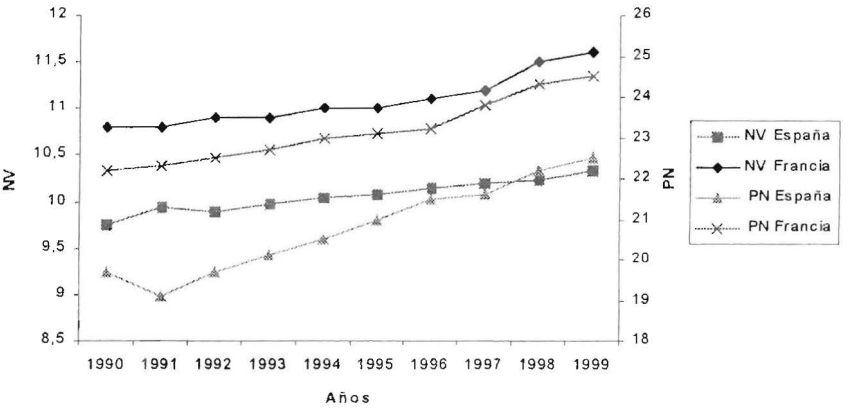


Figura 3. Evolución del número de lechones nacidos vivos por camada (NV) y de la productividad (PN) en España y Francia entre 1990 y 1999.



SITUACIÓN DEL SUBSECTOR PORCINO EN LAS ISLAS CANARIAS: RESULTADOS DE UNA ENCUESTA

A. Daza[1]; C. Alonso[2]; R. González[2]; C. Buxadé[1]

[1] Departamento de Producción Animal. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid
[2] Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Gobierno de Canarias

INTRODUCCIÓN

El censo de cerdas adultas en Canarias se aproxima a 10.000 cabezas las cuales producen, anualmente, unas 10.000 toneladas de carne, cifra que no llega al 10% del consumo anual de carne de porcino del Archipiélago (GDC, 1998). Como consecuencia, las importaciones anuales de carne y productos porcinos superan las 100.000 toneladas de equivalentes canal de las que alrededor de 20.000 toneladas son de carne congelada subvencionadas por ayudas R.E.A. Tales importaciones suponen una competencia comercial importante para la producción porcina local a pesar de que la misma también recibe ayudas R.E.A. a la importación de reproductores para la reposición y a la de cereales para la elaboración de piensos compuestos.

En la presente comunicación se estudia la situación actual del subsector porcino canario a través de una encuesta realizada en el ámbito de sus explotaciones porcinas con el fin de que el conocimiento real de las mismas sirva como base para marcar las directrices de mejora y desarrollo del precitado subsector ganadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han encuestado un total de 54 explotaciones porcinas, 51 de reproductores y 3 de cebo con un total de 4.051 cerdas de vientre en las islas de Gran Canaria, Tenerife, La Palma, Fuerteventura y La Gomera. Las explotaciones y reproductoras encuestadas suponen el 9,4% y el 40,5%, aproximadamente, del censo del Archipiélago respectivamente. De las 51 explotaciones de reproductoras 26 tenían ≤ 50 reproductoras, 13 entre 51 y 100, 9 entre 101 y 200 y 3 más de 200 madres. Previamente a la elaboración de los resultados los datos de las encuestas fueron depurados, correspondiendo los datos productivos recabados al año 1999, los cuales han sido cotejados, según islas, mediante análisis de varianza.

RESULTADOS

De las 51 explotaciones de reproductores, 43 son de ciclo cerrado que producen el cerdo de 90-100 kg de peso vivo, 2 únicamente producen lechones y 6 comercializan, según convenga, lechones o cerdos cebados.

De los resultados obtenidos del análisis de las encuestas pueden inferirse las siguientes consideraciones:

Las explotaciones tienen un tamaño medio de 86,2 reproductores, pero muy variable, ya que existen granjas desde 2 a más de 600 madres por lo que la desviación típica de la media obtenida ha resultado elevada (86,2 ± 109,0).

El 82,7% de las granjas son de tipo familiar no disponiendo de mano de obra asalariada la cual aparece, como cabía esperar, en las 9 granjas de mayor tamaño (17,3%).

La edad media de los titulares de explotación es elevada (50,65 ± 10,9 años) ofreciendo una experiencia teórica en la actividad porcina de 17,8 ± 8,2 años. La actividad del 25% de las granjas es sólo porcino, pero el 75% restante simultanea la actividad porcina con otras

actividades agrícolas, ganaderas o relacionadas con los sectores industrial de servicios o con la Administración Pública, ocupando, en general, cargos de bajo nivel.

El 42,3% de las explotaciones están dentro de cooperativas destacando, sobre las demás islas, la porcinocultura tinerfeña en la cual el 83,3% de las granjas están relacionadas con el mundo cooperativo. El 90,2% de los titulares de explotación están dispuestos, bajo la situación actual, a continuar con la actividad porcina. Sólo el 9,8% se sienten derrotados por las circunstancias del mercado y por las limitaciones administrativas a poder ampliar y mejorar sus explotaciones, causas fundamentales por las que están dispuestos a abandonar la actividad porcina. En lo que respecta a las instalaciones todavía:

El 51% de las granjas no disponen de jaulas de parto en la maternidad.

El 67,3% de las explotaciones alojan a las cerdas colectivamente en corrales durante el período de gestación.

El 51% de las maternidades no disponen de calefacción localizada para la camada y el 89,8% de los locales de transición carecen de calefacción debido, según opinión de los porcinocultures, a que durante esta fase de desarrollo los lechones no la necesitan (destetes tardíos).

El 71,4% de las naves de transición y el 67,3% de las de cebo no disponen de *slats* (enrejillado), aspecto que dificulta, sobremanera, la retirada de deyecciones.

El 42,9% de las explotaciones no tienen ventilación dinámica en ninguno de sus alojamientos.

El 34,7% de las granjas no tienen fosa de purín y en la mayoría de las que la tienen (65,3%) son muy rudimentarias.

Las características precitadas se corresponden con las instalaciones de una porcinocultura semiextensiva que aloja a animales, importados de la Península, de un estimable potencial genético, que no pueden expresarlo debido a la clara deficiencia de las mismas.

En lo que concierne al manejo de la reproducción y al análisis de productividad de las granjas encuestadas cabe destacar que (Tabla 1):

Sólo el 10,2% de las explotaciones observan el manejo por lotes y el 6,1% han adoptado la inseminación artificial.

La productividad obtenida ha sido de 14,87 cerdos vendidos por cerda y año. Esta escasa productividad deriva, según la opinión generalizada de los porcinocultores encuestados, de un bajo ritmo reproductivo (2,0-2,1 partos/cerda/año) y de la elevada mortalidad de lechones que tiene lugar durante los períodos de lactación y postdestete (20-25% y 5-10% respectivamente). Entre islas se han detectado diferencias significativas ($P < 0,05$) en la edad a la primera cubrición y en la vida útil de las cerdas, observándose diferencias ($P < 0,1$) en los cerdos vendidos por cerda y año (Tabla 1).

En lo que concierne a las fuentes de alimentación el 72,2% de las explotaciones adquieren el pienso de fábrica, el 22,2% lo elaboran en la propia explotación, previa compra de las materias primas a la industria de piensos compuestos, y el 5,65% elabora en la explotación los piensos más sencillos y adquieren de las fábricas los más delicados (lactación, lechones). Todavía el 28% de las explotaciones utilizan subproductos agrícolas, de queserías y hostelería.

En los últimos 5 años el 67% de las granjas no han tenido problemas patológicos importantes, aunque en el 33% restante se han detectado enfermedades tan nefastas para

la productividad como la Peste Porcina Clásica, Mal Rojo, Aujeszky, P.P.R.S y Mamitis en las reproductoras.

Respecto a los canales de comercialización el 40,7% de las explotaciones vende las unidades de producción vía tratante, el 51,8% a través de otras vías (mataderos, carniceros, particulares y restaurantes) y el y 7,4% adoptando al tiempo, según convenga, las dos modalidades de comercialización anteriores.

El 98% de los porcinocultores encuestados se quejan de la imposibilidad de mejorar o ampliar sus explotaciones debido a limitaciones legales de utilización del territorio, lo que constituye un freno importante del desarrollo de la porcinocultura canaria.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se desprende una componente vocacional importante en el porcinocultor canario y un deseo, casi generalizado, de proseguir, en el futuro, ejerciendo la actividad porcina. La mayoría de las explotaciones son de tipo familiar con instalaciones deficientes y con un manejo de los factores de la producción (reproducción, alimentación, sanidad, etc.) muy alejado de lo recomendable en una porcinocultura moderna y competitiva. Es urgente, por tanto, que se mejore el nivel de formación de los ganaderos, el grado de asociacionismo y el manejo de los factores incidentes en la productividad. Un incremento del censo de reproductoras y, por ende, de la tasa de autoabastecimiento exige, inexorablemente, una provisión de territorio que posibilite la modificación y ampliación de las instalaciones y unas medidas adecuadas de gestión y eliminación de purines que protejan el medio ambiente.

TABLA 1. Manejo de la reproducción y productividad de las explotaciones encuestadas[1]

Islas	Variable						
	Manejo (49)		Inseminación artificial (49)		Edad 1ª cubrición (meses)	Vida útil cerdas (partos)	Cerdos cebados vendidos por cerda productiva y año
	Por lotes (nº explot.)	Paridera continua (nº explot.)	Si	No			
G. Canaria	1	26	1	26	$7,44 \pm 0,8^a$ (27)	$5,9 \pm 2,3^a$ (24)	$15,47 \pm 3,4^a$ (22)
Tenerife	3	13	2	14	$6,88 \pm 1,0^b$ (13)	$4,46 \pm 1,8^b$ (13)	$13,78 \pm 2,8^b$ (12)
Otras[2]	1	5	-	6	$8,8 \pm 1,8^c$ (6)	$5,9 \pm 1,0^a$ (5)	-
Total	5	44	3	46	$7,46 \pm 1,2$ (46)	$5,47 \pm 2,0$ (42)	$14,87 \pm 3,1$ (34)
NS	-	-	-	-	$P < 0,005$	$P < 0,05$	$P < 0,1$

[1] Explotaciones válidas
[2] La Palma, Fuerteventura y La Gomera.
Entre paréntesis se indica el número de explotaciones con datos válidos
NS = nivel de significación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

G.D.C. (Gobierno de Canarias). 1998. Resumen de datos estadísticos agrícolas, ganaderos y forestales de Canarias. Servicio de Estadística. Secretaria General Técnica.

Trabajo financiado por el proyecto "Plan director de actuaciones para el desarrollo de un programa ganadero integral en las islas Canarias". Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Gobierno de Canarias.

EFECTO DE UNA RESTRICCIÓN INICIAL DEL CONSUMO DE PIENSO SOBRE LOS RESULTADOS DEL CEBO DE CERDOS PESADOS

A. Daza[1]; C. J. López Bote[2]; I. Ovejero[1]

[1] Departamento de Producción Animal. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid
[2] Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

La influencia de restricciones alimenticias al inicio del período de crecimiento sobre los resultados del cebo de cerdos está ligada al tipo genético del animal, sexo, momento, nivel y duración de la restricción, tipo de nutriente restringido y duración de la fase de realimentación que sigue a la restricción. Debido a esta amplia gama de factores de incidencia los resultados que ofrece, actualmente, la literatura son insuficientemente consistentes y, en algunos casos, contradictorios, por lo que dado que la alimentación supone una importante fracción del coste final de producción del kg de cerdo cebado y que algunos experimentos han evidenciado efectos positivos y esperanzadores del crecimiento compensatorio sobre los índices técnicos globales del cebo de cerdos (Campbell *et al.*, 1983; Donker *et al.*, 1986), consideramos que seguir trabajando en este tema de investigación puede tener, al menos, cierta utilidad para la producción porcina y sobre todo cuando, como en el presente experimento, se estudia el efecto del crecimiento compensatorio sobre los resultados el cebo de cerdos pesados sacrificados a los 120 kg para chacinería, peso final al cual no llegan nunca los diversos trabajos que hemos encontrado en la literatura referidos al cerdo blanco.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 60 cerdos machos castrados, del mismo tipo genético y procedentes de la misma explotación, con un peso medio inicial de 32,8 kg. El diseño experimental observó dos tratamientos: restricción energética durante los primeros 35 días de cebo frente a no restricción y 3 réplicas por tratamiento que incluyeron a 10 cerdos/réplica. Las réplicas se distribuyeron al azar en una nave experimental y en la formación inicial de las mismas se homogeneizó lo máximo posible el peso inicial de los animales por réplica y por tratamiento de modo que los animales restringidos y no restringidos iniciaron el experimento con 33,3 y 32,4 kg respectivamente.

La restricción de pienso durante los 35 primeros días de cebo, a la que fueron sometidas 3 réplicas, se establecieron *a priori* en un 75% del consumo *ad libitum* apoyándonos en datos de consumo obtenidos en un experimento previo (Daza y Medel, 1999) y en la ecuación propuesta por Whittemore (1996): C(consumo kg/día) = 0,12 x $PV^{0,75}$(peso metabólico). Después de las primeras 5 semanas de cebo los cerdos restringidos (R) al igual que los no restringidos (NR) se alimentaron *ad libitum* hasta los 8 días antes del sacrificio durante los que se restringió, en ambos tratamientos, el consumo de pienso a 2 kg/cerdo/día por motivos comerciales.

El pienso único administrado tenía una composición calculada de 3.000 kcal de EM/kg, 16,5% de proteína bruta y el 0,8% de lisina.

Los cerdos se pesaron al comienzo del experimento (día 0) y 35, 71 y 106 días (sacrificio) después, controlándose el consumo de pienso por réplica y tratamiento mediante una balanza de "reloj" que aprecia ± 50 g.

El día del sacrificio se determinó el espesor de grasa dorsal (E.G.D.) a nivel de la decimocuarta costilla mediante obtención de dos medidas con un aparato de ultrasonidos RENCO Lean-Meater.

Los datos obtenidos de crecimiento diario (G.M.D.), consumo de pienso (C.P.) e índice de transformación del alimento (I.T.) se estudiaron mediante análisis de covarianza que incluía como efecto fijo el tratamiento (R vs NR) y como covariable el peso inicial de los cerdos. Para el espesor de grasa dorsal la covariable utilizada fue el peso final de los animales (106 días). Los análisis se realizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al finalizar el período de restricción los cerdos restringidos (R) alcanzaron 55,1 kg frente a 61,0 kg de los no restringidos (NR) ($P<0,05$). Durante esta fase el consumo medio diario real de los cerdos restringidos supuso el 76,2% del consumo *ad libitum* de los no restringidos no observándose entre tratamientos diferencias significativas en el índice de transformación del pienso (Tabla 1). Después, a lo largo del período de realimentación, los cerdos restringidos consumieron más pienso y tuvieron una mayor ganancia diaria que los no restringidos logrando una mejora significativa del índice de transformación entre 71 y 106 días (Tabla 1). Al final del experimento los cerdos R habían crecido diariamente 32 g más que los NR ($P < 0,11$) y lograron una mejora no significativa de 0,11 décimas respecto a los NR para un consumo medio diario de pienso análogo. Los pesos finales de los cerdos R y NR fueron 123,9 y 119,5 kg respectivamente obteniéndose una relación positiva y significativa ($P < 0,0001$) entre el espesor de grasa dorsal (E.G.D.) y el peso vivo al sacrificio (P.V.S.) (EGD(mm) = -6,47 + 0,192PVS(kg)). Los resultados obtenidos en este experimento no coinciden con los evidenciados en otro trabajo previo (Daza y Medel, 1999) en el que se aplicó una restricción demasiado severa próxima al 50% del consumo de pienso *ad libitum* al principio del período de crecimiento. Sin embargo, otros trabajos, donde, entre 20 y 45 kg de peso o entre 30 y 60 kg, (Campbell *et al.*, 1983; Donker *et al.*, 1986), se establecieron restricciones moderadas como en el nuestro, los resultados obtenidos fueron similares. Restricciones demasiado severas, próximas a las necesidades de mantenimiento, aunque se apliquen durante poco tiempo derivan *a posteriori* en un empeoramiento del índice de transformación global (Critser *et al.*, 1995), fenómeno que sin embargo no ocurre cuando las restricciones son moderadas, al no darse diferencias en dicha variable durante la fase de restricción al inicio del cebo entre cerdos R y NR (Campbell *et al.*, 1983).

En este experimento puede observarse como los efectos del crecimiento compensatorio se siguen produciendo entre 95 y 120 kg de peso vivo por lo que la estrategia del crecimiento compensatorio podría también tener interés en la producción de cerdos pesados destinados a la elaboración de productos de chacinería.

TABLA 1. Índices técnicos de los cerdos según régimen de alimentación

Período (días)	G.M.D. (g)		C.P. (kg/d)		I.T. (kg/kg)		E.G.D. (mm)	
	Tratamiento		Tratamiento		Tratamiento		Tratamiento	
	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR
0 – 35	618^{a}	823^{b}	1,6	2,1	2,51	2,57	-	-
35 – 71	1137^{a}	938^{b}	$3,2^{a}$	$2,8^{b}$	2,81	3,06	-	-
71 – 106	796^{a}	700^{b}	$3,2^{a}$	$2,9^{b}$	$3,78^{a}$	$4,18^{b}$	-	-
0 – 71	881	881	2,4	2,5	2,70	2,82	-	-
0 – 106	853	821	2,6	2,6	3,09	3,20	16,9	16,2

G.M.D. = ganancia media diaria; C.P. = consumo de pienso; I.T. = índice de transformación del alimento; E.G.D. = espesor graso dorsal (14^{a} costilla); R = restringido; NR = no restringido

Para cada variable, por filas, medias con distinto superíndices difieren $P < 0,04$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPBELL, R.G.; TAVERNER, M.R.; CURIC, D.M. 1983. Livest. Prod. Sci., 10: 265-272.

CRITSER, D.J.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. 1995. J. Anim. Sci., 73:3376-3383.

DAZA, A. y MEDEL, P. 1999. ITEA. Vol. Extra nº 20, Tomo II, 774-776.

DONKER, R.A.; En HARTOG, L.A.; BRASCAMP, E. W.; MERKS, J.W.M.;

NOORDEWIER, G.J.; BUITING, G.A.J. 1986. Livest. Prod. Sci., 15: 353-365.

SAS 1990 Statistical Analysis System. Institute User´s Guide (V6 4th Ed.) Cary NC.

WHITTEMORE, C. 1996. Ciencia y práctica de la producción porcina. Ed. Acribia. Zaragoza, 647 pp.

PRODUCTIVIDAD DE CERDAS DUROC SOMETIDAS AL SISTEMA DE MANEJO A UN SOLO PARTO

A. DAZA[1]; J. RIOPÉREZ[2]; J.R. FLOX[1]

[1] Departamento de Producción Animal. E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid

[2] Instituto de Nutrición y Alimentación. C.S.I.C. Ciudad universitaria. 28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

El sistema de manejo a un solo parto en ganado porcino puede contribuir a aumentar la oferta, tradicionalmente baja, de canales pesadas en el mercado nacional, que permita la obtención de jamones con un peso mínimo en sangre de 9,5 kg, tal como exige el pliego de condiciones para la elaboración del jamón serrano.

De otra parte, este modelo de producción puede ser alternativo al de producción clásica con cerdas multíparas siempre que los resultados reproductivos obtenidos sean aceptables (Daza *et al.*, 2001) y no se devalúen demasiado las canales de las cerdas producidas respecto a las convencionales de los cerdos cebados.

El objetivo de este trabajo es estudiar la productividad de cerdas Duroc, inducidas al celo púber muy precozmente y sometidas al sistema de producción a un solo parto, analizando el efecto de los principales factores de influencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 10 cerdas Duroc que se trataron con PG-600 (400 UI de PMSG + 200 UI de HCG) y un choque vitamínico A D_3 E para provocar su salida en celo. Tres-cuatro días después del tratamiento la totalidad de los animales exhibieron celo perceptible, siendo inseminadas a los primeros síntomas del mismo y 24 horas después, resultando 8 cerdas gestantes y 2 vacías.

Durante el período de gestación las cerdas se racionaron con 2 kg/día de un pienso que contenía 3000 kcal de EM/kg, 14% de proteína bruta y un 0,6% de lisina. A lo largo de la lactación, que tuvo una duración de 21 días, desde el día siguiente al parto se administró el pienso *ad libitum*, siendo la composición del mismo 3300 kcal de EM/kg, 17,3% de proteína bruta y 1,26% de lisina. Después del destete, durante 10 días, las cerdas recibieron una ración diaria próxima a las necesidades de mantenimiento (1,5 kg del pienso de gestación). La gestación, lactación y postdestete transcurrieron en una misma nave, que dispone de jaulas convencionales para cerdas bloqueadas, controlándose en ella, durante la lactación, el consumo de pienso.

Las cerdas se pesaron a la cubrición, 75 días después, el día siguiente al parto, al destete y al sacrificio recabando en matadero el peso de las canales, el espesor graso a nivel de la última costilla, mediante calibrador, y el peso de jamones y paletas según un despiece de tipo comercial.

La estimación de la producción de leche de las cerdas se realizó mediante la técnica de la doble pesada de los lechones antes y después de mamar los días 1, 7, 14 y 21 de lactación adoptando la metodología descrita en Noblet y Etienne (1986) y Daza *et al.* (1999-c).

Los datos obtenidos han sido estudiados mediante análisis de covarianza, regresión simple y regresión múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según puede observarse en la Tabla 1, las cerdas ganaron 44,8 kg netos durante la gestación, perdieron 5,1 kg durante la lactación y llegaron al sacrificio con 105,4 kg de canal caliente suponiendo el peso de jamones y paletas el 20,4% y 13,5% de la misma respectivamente.

La ganancia media diaria de las cerdas durante la gestación disminuyó conforme aumentaba el peso a la cubrición y el peso de la camada al nacimiento explicando ambas variables el 74% de la variabilidad del crecimiento diario (Tabla 2). La pérdida media diaria de peso durante la lactación se reducía a medida que aumentaba el consumo medio diario de pienso (r = -0,9).

El rendimiento a la canal de las cerdas aumentó con el peso vivo al sacrificio y el porcentaje ponderal de los jamones respecto al peso canal disminuyó con el aumento de esta variable, no habiéndose encontrado una regresión significativa entre el peso canal y el porcentaje de peso, respecto a la misma, de las paletas (Tabla 3).

Los tamaños de camada al nacimiento y al destete fueron muy bajos (Tabla 1), y la producción media diaria de leche que se incrementaba linealmente conforme avanzaba la lactación, fue tan sólo de 2,94 kg, valor incluso más bajo que el evidenciado en otro trabajo precedente (Daza *et al.*, 1999-c). Las variables peso al parto, peso de la camada al nacimiento, número de lechones amamantados y pérdida de peso y consumo de pienso durante la lactación no influyeron significativamente en la producción media diaria de leche ($P > 0,05$). Las cerdas que ganaron peso durante la lactación produjeron menos leche que las que perdieron peso (2,16 vs 3,2 kg/día).

El peso medio de los 51 lechones nacidos vivos al nacimiento fue de 1,21 ± 0,14 kg y en su crecimiento diario durante la lactación (133,5 ± 39,7g) influyeron, como cabía esperar, la ingestión media diaria de leche por lechón y el peso medio del lechón al nacimiento por camada explicando ambas variables, conjuntamente, el 95% de la variabilidad de la ganancia media diaria (Tabla 2). El peso medio al destete fue de 4,02 ± 0,94 kg y el efecto sexo no influyó significativamente ni en el peso del lechón al nacimiento, ni en el peso al destete.

El índice de transformación de la leche, calculado por camada, fue de 3,65 ± 0,18 kg/kg y en dicha variable no influyó el peso medio del lechón por camada al nacimiento.

Los resultados obtenidos en este experimento corroboran los evidenciados en otros experimentos previos (Daza *et al.*, 1999-a, 1999-b, 1999-c) realizados también con cerdas y lechones Duroc pudiendo concluirse que la cubrición demasiado precoz de las cerdas genera canales idóneas para la elaboración de jamones y paletas, pero deriva en unos resultados reproductivos y de crecimiento de las camadas tan bajos que difícilmente el sistema de manejo a un solo parto podrá soportar desde el punto de vista económico, por lo que sugerimos que se retrase la cubrición a los 180-190 días aunque tal estrategia lleve implícito un aumento del peso de las canales de las cerdas y del peso de los jamones y paletas en sangre.

TABLA 1. Resultados productivos de las cerdas[1] bajo el sistema de manejo a un solo parto.

Variable	Valor	Variable	Valor
– Edad inseminación (días)	158,1 ± 8,6	– Ganancia 75 días-postparto (kg/día)	0,33 ± 0,08
– Peso inseminación (kg)	88,2 ± 8,4	– Ganancia cubrición-postparto (kg/día)	0,39 ± 0,04
– Peso 75 días de gestación (kg)	119,9 ± 5,7	– Variación de peso durante la lactación (kg/día)	-0,244 ±0,66
– Peso postparto (kg)	133,0 ± 5,9	– Variación de peso destete-sacrificio (kg/día)	0,12 ± 0,13
– Peso al destete (kg)	127,9 ± 8,5	– Peso canal caliente (kg)	105,4 ± 7,5
– Peso al sacrificio (kg)	129,1 ± 7,7	– Rendimiento canal (%)	81,7 ± 0,87
– Lechones nacidos	6,75 ± 1,9	– Espesor graso última costilla (mm)	24,2 ± 3,3
– Lechones nacidos vivos	6,37 ± 2,0	– Jamón/canal (%)	20,4 ± 1,5
– Lechones nacidos muertos	0,37 ± 0,5	– Paleta/canal (%)	13,5 ± 0,22
– Lechones destetados	6,25 ± 0,9	– Producción media diaria de leche (kg)	2,94 ± 0,6
– Consumo medio diario de pienso durante la lactación (kg)	3,0 ± 0,34		
– Ganancia cubrición-75 días de gestación (kg/día)	0,42 ± 0,04		

[1] Datos correspondientes a las 8cerdas que quedaron gestantes.

TABLA 2. Ecuaciones de regresión múltiple entre el aumento de peso de las cerdas y los lechones y sus principales variables de influencia.

ΔP_G **(kg/día) = 0,719 – 0,0032** X_1 **– 0,00574** X_2 (R^2 = 0,74; P<0,01)

ΔP_L **(kg/día) = -1755 + 3,284** Y_1 **+ 0,291** Y_2 **– 0,0116** Y_3 (R^2 = 0,95; P<0,0001)

ΔP_G =ganancia media diaria de las cerdas durante la gestación
ΔP_L =ganancia media diaria de peso de los lechones durante la lactación
X_1 = peso de la cerda a la inseminación en kg
X_2 = peso de la camada al nacimiento en kg
Y_1 = ingestión media diaria de leche por lechón en kg
Y_2 = peso medio del lechón al nacimiento/camada en kg
Y_3 = nº de lechones amamantados por camada

TABLA 3. Ecuaciones de regresión simple entre el rendimiento a la canal (R.C.) y el peso vivo al sacrificio (P.V.) y el porcentaje de jamón (J) y de paletas (P) y el peso canal (P.C.)

RC (%) = 66,40 + 0,12 PV (kg); R^2 = 0,92; P<0,0001
J (%) = 39,0 – 0,18 PC (kg); R^2 = 0,86; P<0,0001
P (%) = 12,42 + 0,011 PC (kg); R^2 = 0,05 N.S.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAZA, A; RIOPÉREZ, J; OVEJERO, I; MARTIN RILLO, S; DE ALBA, C. 1999-a ITEA. Vol. Extra, nº 20. Tomo II, 663-665.

DAZA, A; RIOPÉREZ, J; OVEJERO, I; MARTIN RILLO, S; DE ALBA, C. 1999-b ITEA. Vol. Extra, nº 20. Tomo II, 771-774.

DAZA, A; RIOPÉREZ, J; CENTENO, C; OVEJERO, I; DE ALBA, C. 1999-c ITEA. Vol. Extra, nº 20. Tomo II, 762-764.

DAZA, A; RIOPÉREZ, J; DE ALBA, C. 2001 ITEA, Vol. Extra, nº 21. IX Jornadas sobre Producción Animal. Zaragoza.

NOBLET, J; ETIENNE, M. 1986. Journal of Animal Science, 63: 1888-1896.

Trabajo financiado por el proyecto CDTI P960250031

EFECTO DEL NÚMERO DE CAMADAS UTILIZADAS EN LA CONFECCIÓN DE LOS LOTES DESTETE-TRANSICIÓN SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS

Nofrarías, M., Baucells, F.(*), Baucells, M.D., Gasa, J.
Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra 08193, Barcelona
(*) Pinsos Baucells S.A., 08551 Tona; Barcelona

INTRODUCCIÓN

Debido a los cambios de alimentación, ambientales, sociales e inmunitarios, el destete es un momento crítico para garantizar la viabilidad del lechón y sus resultados productivos posteriores. Cualquiera de las medidas que se adopten influirán de forma decisiva en la superación de este periodo crucial.

Se diseñó un experimento con el fin de evaluar el efecto del número de camadas utilizadas para confeccionar los lotes de destete sobre los resultados productivos y la incidencia de patologías durante tres semanas siguientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo fué realizado en la granja de ciclo cerrado de "Les Planes", de 350 cerdas, situada en Gurb (Barcelona). Los animales objeto de estudio se alojaron en naves de transición (en vagoneta) que disponían de slat de plástico y vallas metálicas para la separación de los grupos. Cada grupo disponía de 2,4 m², un bebedero y una tolva de 0,5 m con 3 bocas. La instalación disponía de ventilación estática natural horizontal y de un foco de calor por grupo durante la primera semana post-destete. La prueba se realizó durante los meses de julio y agosto de 1999.

Se utilizaron 56 camadas ((Landrace*Large White)*Pietrain) destetadas a los 21±3 días y procedentes de cerdas no primíparas. De cada camada se seleccionaron 6 lechones homogéneos en peso vivo (PV) para poder formar los lotes.

El diseño experimental se hizo en función del número de camadas utilizadas para confeccionar cada lote de destete de 12 lechones: 2 camadas (tratamiento 2CAM) o 4 camadas (tratamiento 4CAM). Se realizaron 14 réplicas por tratamiento; dos por semana durante 7 semanas consecutivas.

Se controló el PV del lote a los días 0, 5, 13 y 22 post-destete y su consumo de pienso los días 13 y 22, y se calculó la ganancia media diaria (GMD), el consumo medio diario (CMD) y el índice de conversión (IC). Paralelamente se efectuaron controles diarios de aparición de diarreas y de los tratamientos médicos realizados.

Se administraron *ad libitum*, 2 piensos comerciales granulados en función de la edad. Un primer pienso de destete (2.600 kcal EN/kg, 22,0%PB y 1,63%Lis.), que contenía productos lácteos y plasma, entre los días 0 y 13. El segundo pienso (2600kcal EN/kg, 22,4%PB y 1,44%Lis.), que también contenía productos lácteos, se administró entre los 13 y 22 días de la prueba.

Los datos recogidos se sometieron a un ANOVA utilizando el SAS (1990). Se consideró como unidad experimental el departamento de 12 lechones, cada semana de

destete como un bloque y el peso inicial como covariable. Se ha tenido en cuenta también el efecto semana y la interacción tratamiento por semana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del número de camadas utilizadas para confeccionar un lote de destete sobre los resultados productivos se muestra en la tabla 1. No se observan diferencias significativas en los PV a los 13 y 22 días, si bien numéricamente fue superior en los lotes 4CAM, apareciendo una tendencia a la significación a los 22 días (12.5 vs 12.1 kg, p=0.09).

Tabla 1: *Resultados productivos según el número de camadas utilizadas en los lotes destete-transición.*

	2 CAM	4 CAM	EEM	Probabilidad
PESO (kg)				
0 d	7,3	7,2	0,10	0,58
13 d	9,3	9,5	0,13	0,26
22 d	12,1	12,5	0,15	0,09 t
GMD (g/d)				
0-13 d	160,4	177,2	9,97	0,26
13-22 d	317,1	337,0	9,44	0,16
0-22 d	224,5	242,6	6,88	0,09 t
CMD (g)				
0-13 d	197,4	205,3	7,38	0,47
13-22 d	416,2	443,4	7,21	0,02 *
0-22 d	286,9	302,7	5,78	0,08 t
IC (g/g)				
0-13 d	1,25	1,20	0,09	0,68
13-22 d	1,35	1,39	0,04	0,50
0-22 d	1,29	1,28	0,04	0,89

EEM: Error standard de la media

La GMD no mostró diferencias significativas (p>0.05) entre tratamientos, pero fue numéricamente superior para 4CAM en todos los periodos de la prueba y mostró tendencia a la significación en el periodo global de 0 a 22 días (242.6 vs 224.5 g/d, p=0.09). En los 5 primeros días la GMD fue un 25% superior para el tratamiento 4CAM, pero la diferencia no alcanzó significación por la gran dispersión de resultados (62.2 vs 49.0, EEM=13.63, p=0.51). El CMD mejoró en los lotes de 4CAM. Fue significativamente superior en el periodo de 13 a 22 días post-destete (443.4 vs 416.2 g, p<0.05) y tendió a serlo en el periodo global. El IC no se vio afectado por el número de camadas utilizadas.

Los animales no sufrieron ninguna patología destacable salvo algún individuo aislado y con independencia del lote de pertenencia. Los primeros días después del destete se detectó un aumento aparente en el número de animales con las orejas mordisqueadas en los lotes 4CAM.

Según Stookey y Gonyou, (1994), los animales destetados se agrupan en lotes donde se establecen relaciones sociales que aportan estabilidad al grupo. Las agresiones más severas se dan en las primeras 24 horas, pero se mantienen durante un tiempo y son suficientes para limitar la GMD de las 2 semanas posteriores.

La bibliografía consultada muestra resultados contradictorios de los efectos del agrupamiento post-destete. En un estudio similar al nuestro, con lotes de destete procedentes de la misma camada, de 2 camadas o de 4 camadas diferentes, Friend y col., (1983) no observaron diferencias en la GMD y en el CMD. Este estudio se planteó con un tamaño de grupo inferior (8 animales) y con una superfície por animal superior (0.28 m^2/animal). Esto podría indicar que los efectos del agrupamiento se observarían tan sólo bajo condiciones de tamaño de grupo (8 vs 12) y densidad (0.28 vs 0.20) que favorecieran una mayor interacción entre los animales. El tamaño del lote muestra una relación inversa con la GMD. Este efecto es lógico observarlo cuando se mantiene la superficíe del corral (Doherty and Mckeon, 2000), pero también se obtiene conservando el espacio por animal (Petherick y col., 1989).

Las diferencias entre tratamientos tienden a ser superiores en el periodo final de la prueba (13 a 22 días post-destete) o al analizar el periodo global (Tabla 1). A partir de las 2 semanas post-destete ya se observan diferencias significativas que podrían ser debidas a la expresión de los conflictos sociales derivados del tratamiento experimental. Los resultados no nos permiten conocer si las diferencias se mantienen o aumentan durante toda la transición o se anulan más adelante con algún tipo de crecimiento compensador cuando la jerarquía se estabiliza.

En las condiciones del presente trabajo la utilización de 2CAM o 4CAM, para confeccionar lotes de destete de 12 lechones con una densidad de cinco lechones/m^2, no afectó significativamente al IC, pero el tratamiento 4CAM tendió ($p<0.10$) a aumentar el CMD y la GMD globales registrados las tres semanas siguientes al destete.

Agradecimientos: A la empresa Pinsos Baucells, S.A. por facilitarnos la granja "Les Planes"

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRIEND, T.H., KNABE, D.A. AND TANKSLEY, T.D.JR. 1983. Behavior and performance of pigs grouped by three different methods at weaning. *Journal of Animal Science* 57:1406-11.

O'DOHERTY, J.V. AND MCKEON, M.P. 2000. Effect of nutrient density and group size on the performance of growing and finishing pigs given food using single-space feeders. *Journal of Animal Science* 71:281-288.

MCGLONE, J.J., STANSBURY, W.F. AND TRIBBLE, L.F. 1987. Effects of heat and social stressors and within-pen weight variation on young pig performance and agonistic behavior. *Journal of Animal Science* 65:456-62.

PETHERICK, J. C., BEATTLE, A.W. AND BODERO, D.A. 1989. The effect of goup size on the performance of growing pigs. *Animal Production* 49:497-502.

S.A.S. 1990. User's guide: statistics. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC.

STOOKEY, J.M. AND GONYOU, H.M. 1994. The effect of regrouping on behavioral and production parameters in finishing swine. *Journal of Animal Science* 72:2804-11.

INFLUENCIA DE LA DURACIÓN DE LA LACTACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CERDA.

J. Vidal, J. Parera, D. Babot
Area de Producció Animal. Centre UdL-IRTA.
Av. Rovira Roure, 177, 25198–Lleida
Email:dbabot@prodan.udl.es

INTRODUCCIÓN

La duración de la lactación es un factor de producción controlable por el ganadero o técnico responsable, y continúa siendo una compleja decisión de manejo que puede condicionar la productividad de las explotaciones porcinas. En España durante esta década (1990-1999) se ha reducido la duración de la lactación en 0,8 días/ año (Babot et al., 2001). No existe un claro consenso de la influencia de la duración de la lactación sobre el rendimiento reproductivo entre diferentes estudios publicados (Xue et al., 1993; Le Cozler et al., 1997, Koketsu y Dial, 1997). El objetivo de este trabajo es analizar el efecto de la duración de la lactación sobre las variables de rendimiento reproductivo en las condiciones de producción de las explotaciones porcinas españolas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos analizados proceden del Banco de Datos de Referencia del Porcino Español (BDporc) y se corresponden a 505.606 partos producidos entre los años 1990 y 1999 por 128.003 cerdas de producción pertenecientes a 351 granjas.

Se ha analizado la influencia de la duración de la lactación (DL) sobre las variables del ciclo siguiente: intervalo destete-cubrición fértil (IDCF), número de lechones nacidos vivos (NV) y productividad numérica (PN). La PN de cada ciclo se calculó según la expresión: PN= número de lechones destetados/ (IDCF+ duración de la gestación+ DL) * 365. La PN se analizó sobre toda la base de datos (PN_T) y sobre los ciclos en los que no se dan movimientos de lechones entre camadas (PN_S), que fueron 242.185 partos.

El modelo explicativo consideró los siguientes factores fijos: (1) Duración de la lactación en el ciclo precedente (DL): incluida como variable de clasificación, día a día, excepto en los extremos en donde se han agrupado las lactaciones de 12-16, las de 30-31, y las de 32-40 días. (2) Número de lechones destetados en el ciclo precedente: 4 niveles (≤7, 8-9, 10-11, y ≥12). (3) Orden de parto: agrupado en 8 niveles (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y ≥9). (4) Intervalo destete-cubrición fértil: incluída como variable de clasificación con 11 niveles (1-3, 4, 5, 6, 7, 8, 9-10, 11-15, 16-24, 25-28, ≥29). (5) Tipo de cubrición fértil: monta natural o inseminación artificial. (6) Estación de parto: 4 estaciones (enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre, octubre-diciembre). (7) Tamaño de la explotación: 3 tamaños (25-200, 201-400, ≥401 cerdas). (8) Agrupación: 11 asociaciones a las que pertenecen las explotaciones analizadas. (9) Granja: 351 explotaciones jerarquizadas a agrupación y tamaño de la explotación. (10) Año de parto: 7 niveles (90 - 93, 94, 95, 96, 97, 98, y 99 – 00). (11) Interacciones: DL*orden de parto, DL*intervalo destete-cubrición fértil, DL*tamaño de la explotación, orden de parto*intervalo destete-cubrición fértil, y intervalo destete-cubrición fértil*tamaño de la explotación. Al analizar la variable IDCF, no se incluyó en el modelo explicativo el factor (4) y las interacciones de este.

Para la resolución de los modelos se utilizó el procedimiento GLM (SAS, 1989) y se estimaron las medias por mínimos cuadráticos (EMC) que fueron separadas mediante una prueba T.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la DL sobre IDCF, NV, PN_T y PN_S fue significativo ($p<0,01$). Resultados similares han sido obtenidos por diferentes autores analizando otras poblaciones (Xue et al., 1993; Le Cozler et al., 1997; Koketsu y Dial, 1997).

En la tabla 1 se puede observar como IDCF se reduce (0,13 días/día en media) al aumentar la DL. Existen diferencias significativas ($p<0,01$) entre los diferentes sistemas de destete semanal de las cerdas: 2 (12-16 días), 3, 4 y 5 semanas (32-40 días). De forma que entre las DL de 14 y 21días se da la mayor reducción de IDCF (1,52 días/semana). Esto significa que, en el caso más favorable, al aumentar la DL una semana el intervalo entre partos aumentará entorno a los 5 días. En consecuencia, todo parece indicar que el incremento de la DL no será compensado por la reducción de IDCF. Le Cozler at al., (1997) obtienen resultados similares analizando las poblaciones francesas. En cambio, Koketsu y Dial (1997), analizando poblaciones de Estados Unidos, no encuentran diferencias significativas en IDCF para lactaciones de 3 semanas o más. Estas discrepancias pueden ser consecuencia de las diferencias que se dan entre las condiciones de producción (material genético, alimentación, manejo, etc.) de los distintos países y zonas.

En la tabla 1 se presenta la influencia de la DL sobre NV. Se observa que al aumentar la DL aumenta NV (en media 0,04 NV por día de DL). Existiendo diferencias significativas ($p<0,01$) entre los sistemas de manejo semanal de la DL (2, 3, 4 y 5 semanas). Estos resultados son similares a los obtenidos por Le Cozler et al., (1997) con la excepción de que estos autores no encuentran diferencias entre lactaciones de 4 y 5 semanas. En cambio, Koketsu y Dial (1997) sólo encuentran diferencias entre lactaciones de 14 y 28 días y no para las situaciones intermedias.

En la tabla 1 también se presentan las estimas obtenidas para el efecto de la DL sobre la productividad numérica (PN_S). Puede verse como existe una influencia clara de DL sobre PN. La figura 1 muestra como la productividad aumenta hasta los 19 días para mantenerse hasta los 27-28 días y luego tiende a descender progresivamente. La variación máxima de PN_S (0,29 lechones) se ha estimado entre DL de 14 y 24 días. Se han obtenido diferencias significativas ($p<0.01$) entre lactaciones de 14 y 21 días y entre lactaciones de 28 y 35 días pero no entre 21 y 28 días. Le Cozler et al. (1997) también recomiendan DL de entre 21 y 28 días como situaciones más productivas. Xue et al. (1993) presentan una tendencia similar a la obtenida en el presente trabajo, aunque no obtienen diferencias significativas. Comparando el comportamiento de PN_T y PN_S en la figura 1 se aprecia que el movimiento de lechones entre camadas, a través de una compensación de NV, consigue amortiguar el efecto de DL sobre la productividad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren hacer explícito su agradecimiento al Dr. José Luis Noguera por su apoyo, como responsable del BDporc, y por su contribución que han sido imprescindibles para este trabajo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

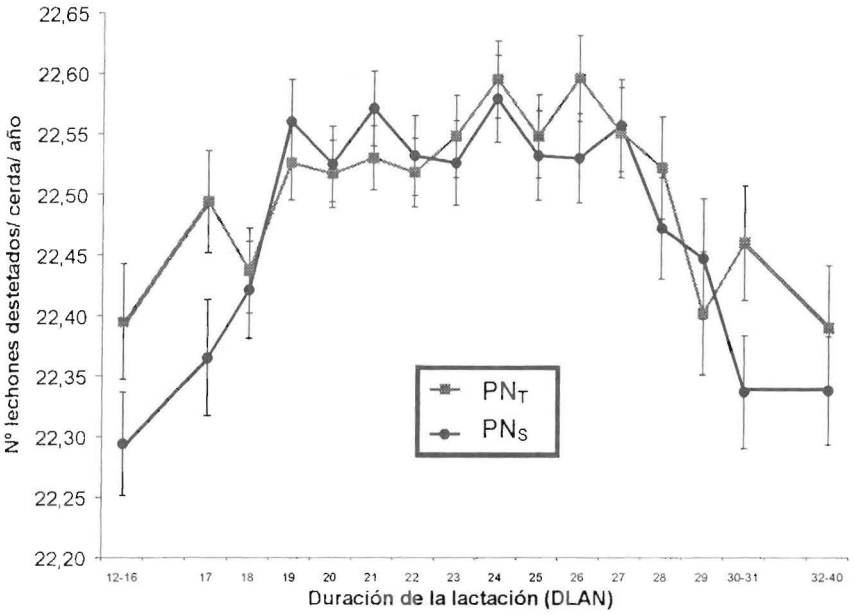
Babot et al., 2001. Jornadas AIDA 2001.
Le Cozler et al., 1997. Livestock Production Science. 51:1-11.
Koketsu y Dial, 1997. Theriogenology. 47:1145-1461.
SAS, 1989. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
Xue et al., 1993. Livestock Production Science. 34:253-265.

Tabla 1.- Estimadores mínimo cuadráticos del efecto de la duración de la lactación (DL) sobre las variables intervalo destete-cubrición fértil (IDCF), nacidos vivos (NV) y productividad (PN_S).

DL (días)	IDCF	(es)	NV	(es)	PN_S	(es)
12-16	9,15 a*	(0,07)	9,93 a	(0,03)	22,29 a	(0,04)
17	8,50 b	(0,08)	10,16 b	(0,04)	22,37 ab	(0,05)
18	8,16 c	(0,06)	10,15 b	(0,03)	22,42 abc	(0,04)
19	7,94 d	(0,05)	10,21 b	(0,02)	22,56 d	(0,03)
20	7,72 e	(0,04)	10,29 c	(0,02)	22,53 cd	(0,03)
21	7,63 ef	(0,04)	10,33 c	(0,02)	22,57 d	(0,03)
22	7,44 eg	(0,05)	10,42 d	(0,02)	22,53 d	(0,03)
23	7,54 fg	(0,06)	10,44 d	(0,02)	22,53 cd	(0,04)
24	7,59 ef	(0,06)	10,49 de	(0,03)	22,58 d	(0,04)
25	7,37 gh	(0,06)	10,49 de	(0,03)	22,53 cd	(0,04)
26	7,22 hi	(0,06)	10,53 e	(0,03)	22,53 cd	(0,04)
27	7,14 ij	(0,06)	10,55 ef	(0,03)	22,56 d	(0,04)
28	7,02 ijk	(0,07)	10,56 ef	(0,03)	22,47 bd	(0,04)
29	6,92 jk	(0,09)	10,66 fg	(0,04)	22,45 ade	(0,05)
30-31	6,79 k	(0,09)	10,66 fg	(0,04)	22,34 ae	(0,05)
32-40	6,36 l	(0,08)	10,68 g	(0,04)	22,34 ae	(0,04)

* Medias con distinta letra difieren significativamente ($p \leq 0,01$).
es: error estándar de la estimación de la media.

Figura 1.- Efecto de la duración de la lactación (DL) sobre la productividad (PN_T y PN_S).



APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE EXPLOTACIONES PORCINAS[1].

Plà, L.M. [1,2], Babot, D.[1], Pomar, J.[1]
E-mail: lmpla@matematica.udl.es/ dbabot@prodan.udl.es /pomar@irta.es

[1] Area de Producción Animal. Centre R+D, UdL-IRTA
Rovira Roure 177, 25198 Lleida

[2] Universidad de Lleida, Departamento de Matemáticas
Víctor Siurana 1, 25003 Lleida

1- Introducción

El dimensionamiento de una granja de cerdos es un problema típico cuando se plantea la construcción de una explotacion porcina. Los métodos clásicos están basados en la permanencia media de las cerdas reproductoras en cada una de las diferentes secciones. La permanencia media se determina a partir del manejo reproductivo que se prevea planificar para la explotación. En el dimensionamiento se asumen ciertos márgenes de seguridad, más o menos empíricos para evitar problemas en el funcionamiento ordinario de la explotación. Este método no tiene en cuenta las posibles vacianes que el granjero pudiera introducir en el manejo reproeductivo de los animales ni explora dimensionamientos alternativos. En este trabajo presentamos una aplicación para el dimensionamiento de esplotaciones porcinas basado en un modelo semi-Markoviano que representa la ocupación de las diferentes dependencias de una granja de cerdos.

2- El modelo de rebaño

El modelo utilizado está basado en un modelo de decisión markoviano (Plà et al. 1998). El modelo representa la vida reproductiva de las cerdas reproductras de una explotación porcina. La vida reproductiva se ha dividido en diferentes estados a través de las cuales las cerdas van progresando hasta su reemplazamiento. Los estados se han agrupado en tres etapas que se han hecho coincidir con las instalaciones que se pretenden dimensionar, en nuestro caso: cubrición-control, gestación y lactación.

El modelo asume que todos los animales tiene el mismo potencial productivo y por tanto, se ignoran posibles mejoras de origen genético. Los efectos nuticionales sobre la reproducción son tenidos en cuenta a través de los parámetros del modelo. Un parámetro básico para el modelo consiste en la estancia media en un estado τ_i. Los principales estados son: gestación, lactación, en espera de repetición (intervalo entre cubriciones), en espera de reemplazamiento (intervalo entre última cubrición-reemplazamiento), etc.

Bajo estas hipótesis el rebaño de cerdas reproductoras de la explotación puede representarse por una cadena de Markov aperiódica e irreducible. La

[1] Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto CICYT.

distribución del rebaño en el equilibrio, $\Pi_t=(\pi_1^D, \pi_2^D,..., \pi_{|S|}^D)$, se calcula resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\pi_j = \sum_{k \in S} \pi_k p_{kj} \qquad j \in S$$
$$\sum_{j \in S} \pi_j = 1 \qquad (1)$$

donde p_{kj}^D representa las probabilidades de transición para pasar del estado k al j y $\{\pi_j^D, j \in S\}$ representa la distribución en el equilibrio. De 1 y con la estancia media en cada estado τ_i, la distribución media de las cerds en cada estado se puede calcular:

$$B = \sum_{j \in S} \pi_j \tau_j \qquad (2)$$

Utilizando la Ec. 2, pero redefiniendo los estados de acuerdo con la ocupación de las instalaciones, el resultado que se obtiene es la distribución del rebaño a través de las diferentes instalaciones consideradas, de las que se deriva el dimensionamiento mínimo de las mismas.

3- Evaluación del modelo

Para evaluar el modelo se determino una explotación tipo que se dimensionó de acuerdo con el modelo propuesto y con la metodología clásica comparando los resultados. El tamaño del rebaño se fijó en 660 reproductoras, con un manejo semanal por lotes. La duración media en cubrición control se fijó en 36 días, en gestación 86 y en lactación 35. Se consideró un intervalo entre partos de 2,4.

Teniendo en cuenta las características anteriores y asumiendo un comportamiento reproductivo normal se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 1.

	Sin huecos			Con huecos		
	Cub-C.	Gestación	Lactación	Cub-C.	Gestación	Lactación
7	159	360	141	190	381	155
8	159	361	140	190	381	155
9	158	361	140	189	382	155
10	158	362	140	189	382	156
11	158	362	140	189	382	156

Table 1 Número de plazas por instalación dependiendo del número máximo de ciclos reproductivos permitidos. Se presentan dos casos según la tasa de ocupación ("Sin huecos" el 100% de ocupación o "Con huecos" una tasa inferior).

En la Tabla 1 podemos ver el efecto de las plazas vacías debido a un retraso en el reemplazamiento de los animales. Cuando un animal se elimina no se reemplaza inmediatamente, sino que hay un retardo que provoca que la ocupación no sea del 100% y eso es lo que refleja el modelo.
Otros resultados del modelo que sirven para verificar su correcto funcionamiento con una vida productiva máxima de 11 ciclos són el intervalo entre partos (2,4), y la estancia media en cada instalación (36, 86 y 35 dias).

Posteriormente se aplicó el método clásico utilizando los mismos parámetros. El cálculo del número de lotes precisos es directo: 22 (365/7/2.4). En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos

	Instalación	Estancia media	Plazas[a]	Salas[b]
Sin huecos	Cubrición-C	36	154	7
	Gestación	86	372	17
	Lactación	35	152	7
Con huecos	Cubrición-C	43	184	9
	Gestación	91	393	18
	Lactación	39	169	8

[a] Intervalo entre partos por cerda y año 2.4, [b] número de lotes 22.

Tabla 2 Dimensionamiento de las instalaciones de una granja por el método clásico dependiendo de la estancia media y la tasa de ocupación ("Sin huecos" el 100% de ocupación o "Con huecos" una tasa inferior).

En la Tabla 2 podemos apreciar como el redondeo en el cálculo del número de salas incrementa la capacidad de la explotación. Por ejemplo, las necesidades para lactacion són de 152 plazas, pero se tendrían que construir según los cálculos 154 (22·7). También es remarcable las diferencias debidas al efecto de la tasa de ocupación. En general los cálculos deberían siempre considerar tasas de ocupación inferiores al 100% ya que una ocupación total del 100% es bastante irreal.

4. Discusión y Conclusiones

Los resultados presentados muestran una gran diferencia entre las dos aproximaciones al dimensionamiento de una explotación porcina. La mayor diferencia se encuentra en la sección de cubrición-control, y ello se puede explicar debido a que los resultados obtenidos por el método clásico estan basados en el número de partos por cerda y año ignorando el efecto que pueden tener las cerdas primíparas (que como es sabido no participan en ese índice). Por otro lado la dinámica del rebaño que determina la estructura poblacional tampoco se refleja adecuadamente en el número de partos por cerda y año. En el caso de aplicar un margen de seguridad en el dimensionamiento clásico, comparando las tablas 1 y 2 se aprecia como el márgen no deberia ser el mismo para todas las secciones.

Finalmente, podemos concluir que el modelo aplicado al dimesionamiento refleja más fielmente la dinámica del rebaño y sirve mejor al propósito del dimensionamiento de la explotación, a parte de ventajas adicionales en el estudio de situaciones alternativas planteadas con diferentes manejos reproductivos.

BIBLIOGRAFÍA

Plá, L.M. ; Conde J. and Pomar, J., 1998. Sow model for decision aid at farm level. In: Giron, F.J. (Eds.), Applied Decision Analysis. Kluwer Academic Publishers, Boston, 47-62.

INFLUENCIA DEL AYUNO POST NACIMIENTO Y DEL TIPO Y NIVEL DE GRASA EN EL PIENSO DE INICIACION SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS BROILER

M.J. Aranibar, M.I. Gracia y G.G. Mateos
Dpto. Produccion Animal. UPM. C/ Senda del Rey s/n
28040 Madrid

1.- INTRODUCCION

El crecimiento del pollo de carne en la primera semana de vida influye de forma directa sobre el peso vivo final. Por ello, es recomendable que los pollos recién nacidos consuman pienso y agua inmediatamente para evitar la pérdida de peso por deshidratación y lograr un crecimiento más rápido. El ayuno post nacimiento retrasa el desarrollo del tracto digestivo debido a la falta de nutrientes, lo cual podría estar relacionado con la disminución en la digestibilidad de los nutrientes observada en pavos por Corless y Sell (1999).

Grasas y aceites son utilizadas en dietas para pollos como fuente de alta energía. Se ha observado que la inclusión de un 7% de grasa animal en el pienso durante los primeros 5d de vida favorece la reabsorción del saco vitelino cuando se compara con un pienso control sin grasa (Latour *et al*, 1994). La absorción temprana del saco vitelino puede ser importante en los procesos iniciales del crecimiento del pollito (Chamblee *et al*, 1991). Por lo que es interesante estudiar este efecto de las grasas con mas detalle.

El presente ensayo tuvo la finalidad de determinar el efecto del ayuno post nacimiento y el nivel y tipo de grasa añadida en el pienso de iniciación sobre los parámetros productivos, el contenido en grasa abdominal y el crecimiento del músculo pectoral mayor, a los 42d post alimentación.

2.- MATERIAL Y MÉTODOS

Se distribuyeron 672 pollos broiler sin sexar de 12h de edad en 12 tratamientos agrupados en un diseño factorial (2x3x2) completamente al azar. Hubo dos periodos de ayuno post nacimiento (12 y 36h), tres tipos de grasa (aceite de girasol, aceite de pescado y manteca) y dos niveles de grasa (3 y 8%). Cada tratamiento se replicó 7 veces y la unidad experimental fue 8 aves. Los pollos se distribuyeron en sus respectivos tratamientos bien al llegar a la nave (12h de edad), o bien después de 24h (36h de edad). Estos últimos permanecieron dentro de las cajas de transporte y en la misma sala, a 32°C de temperatura. La edad post alimentación (PA) de los pollos fue considerada a partir del momento de su colocación en las jaulas. Las dietas experimentales utilizadas y su análisis calculado (FEDNA, 1999) aparecen en la tabla 1. Tanto el alimento como el agua fueron administrados *ad libitum*. Se mantuvo luz continua y las condiciones ambientales fueron controladas automáticamente durante todo el periodo experimental.

A los 42d PA se sacrificaron por dislocación cervical 4 animales por réplica (2 machos y 2 hembras) y se separó y se peso la grasa abdominal (GA) y el músculo pectoral mayor (MP). De estos datos se calculo el peso relativo respecto al peso vivo

del animal. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM de SAS v. 6.08, (1990) para diseños al azar.

Tabla 1. Composición y valor nutricional de las dietas experimentales

Ingredientes, %	Inicio 0-10d		Crecimiento 11-21d	Engorde 22-42d
	Nivel de grasa, %			
	3	8		
Maíz	52,6	46,1	51,0	51,8
Hna soja, 47%PB	40,0	40,9	39,1	34,9
Aceite de girasol[1]	3,0	8,0	5,0	7,5
Otros	4,4	5,0	4,9	5,8
Análisis Calculado[2]				
EMA_n, Mcal/kg	2,95	3,20	3,05	3,20
Proteína bruta, %	23,0	23,0	22,5	20,5
Lisina, %	1,35	1,35	1,30	1,18
Calcio, %	0,90	0,95	0,90	0,90
Fósforo disp, %	0,42	0,45	0,42	0,42

[1] Las dietas experimentales (0 a 10d) llevaban aceite de girasol, aceite de pescado o manteca en los niveles de inclusión señalados en la tabla (3 y 8%) como fuente de grasa.
[2] Basado en las tablas FEDNA (1999) de composición de materias primas.

3.- RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos, agrupados por efectos principales. La mortalidad general durante el ensayo no fue afectada por el periodo de ayuno. Un ayuno de 36 *vs* 12h redujo el peso de los animales (41,5 *vs* 36,9 g; P<0,001) al inicio de la alimentación. A los 10d PA los animales ayunados durante 36h consumieron más alimento (17,5 *vs* 18,4 g; P<0,01), crecieron más (14,1 *vs* 15,2 g/d; P<0,01) y presentaron un mejor índice de conversión (1,26 *vs* 1,22 g/g; P<0,04) que los que ayunaron solo 12h. Este mayor consumo de pienso en los ayunados podría deberse a que durante el ayuno el pollito desarrolla experiencias sensoriales, a través del picoteo, lo que reduce el periodo de aprendizaje preciso para consumir el pienso en cantidades adecuadas (Picard *et al*, 1999). Además, el desarrollo del intestino continúa de forma intensa en los primeros días de vida, aun en ausencia de nutrientes exógenos (Noy y Sklan, 1999).

De 10 a 42d PA el consumo de pienso continuó siendo más elevado en pollos ayunados 36h, pero la tasa de crecimiento no, lo que resultó en un peor índice de conversión (1,51 *vs* 1,56 g; P<0,01; respectivamente).

En relación al tipo de grasa se observa que los animales tendieron a consumir más cuando se utilizó manteca. Posiblemente, esto se deba al menor contenido en EMAn de la dieta con manteca con respecto a las otras dietas. En comparación con las otras dos grasas, la inclusión de aceite de pescado disminuyó la ganancia media diaria y empeoró la conversión alimenticia. Estos datos sugieren que los pollitos digieren peor los ácidos grasos de cadena larga presentes en el aceite de pescado que los ácidos grasos mas cortos presentes en el aceite de girasol.

Al aumentar el nivel de grasa en el pienso de iniciación del 3 al 8% el consumo se redujo en un 11% lo que se debió en gran parte al incremento en un 8,5% del nivel de energía metabolizable de la dieta (2,95 a 3,20 Mcal EMAn/kg para 3 y 8% de grasa añadida, respectivamente). Asimismo, la ganancia de peso disminuyó (15,2 *vs*

14,1 g/d; P<0,01) y como consecuencia el índice de conversión alimenticia mejoró (1,26 *vs* 1,21 g/g; P<0,01). Estos resultados favorecen la idea de que los pollos, aún en este periodo inicial de su vida son capaces el regular su consumo de pienso en base a sus necesidades energéticas.

A los 42d post alimentación no se detectó efecto alguno del tipo o del nivel de grasa utilizada en el pienso de iniciación sobre los parámetros productivos.

Tabla 2. Parámetros productivos, grasa abdominal y desarrollo del músculo pectoral.

Edad días PA	Parámetro[1]	Ayuno, h		Tipo de grasa[2]				Nivel de grasa, %			Significación[5]		
		12	36	G	P	M	EEM[3] n=28	3	8	EEM[4] n=42	A	T	N
0–10	CMD	17,5	18,4	17,8	17,6	18,5	0,306	19,0	16,9	0,250	0,01	0,08	0,01
	GMD	14,1	15,2	14,7	13,9	15,2	0,349	15,2	14,1	0,285	0,01	0,04	0,01
	IC	1,26	1,22	1,22	1,27	1,22	0,015	1,26	1,21	0,012	0,04	0,02	0,01
0–42	CMD	76,6	79,0	78,0	78,1	77,4	0,769	78,3	77,3	0,628	0,01	ns	ns
	GMD	50,8	50,7	50,7	51,0	50,8	0,496	50,9	50,7	0,405	ns	ns	ns
	IC	1,51	1,56	1,54	1,53	1,53	0,010	1,54	1,53	0,008	0,01	ns	ns
machos	GA	1,26	1,21	1,23	1,29	1,18	0,045	1,26	1,21	0,037	ns	ns	ns
	MP	5,75	6,03	5,90	5,87	5,90	0,060	5,87	5,91	0,049	0,01	ns	ns
hembras	GA	1,66	1,55	1,66	1,59	1,58	0,057	1,57	1,65	0,047	0,09	ns	ns
	MP	5,82	6,28	6,02	6,02	6,11	0,086	6,07	6,03	0,070	0,01	ns	ns

[1]CMD: consumo medio diario, g/d; GMD: ganancia media diaria, g/d; IC: índice de conversión, g/g; GA: grasa abdominal, %; MP: músculo pectoral mayor, %
[2]G: aceite de girasol; P: aceite de pescado; M: manteca.
[3]EEM: error estándar de la media y [4]EEM para los factores ayuno y nivel de grasa.
[5]A: ayuno; T: tipo de grasa; N: nivel de grasa. Las interacciones no fueron significativas.

A los 42d el porcentaje de grasa abdominal (g grasa / g peso vivo) no se vio afectada por el ayuno en el caso de los machos (1,26 *vs* 1,21%; P>0,05), pero si en las hembras (1,66 *vs* 1,55%; P<0,09), donde tendió a disminuir. El desarrollo del MP fue superior significativamente tanto en machos (5,75 *vs* 6,03%; P<0,01) como en hembras (5,82 *vs* 6,28%; P<0,01) en los pollos ayunados por 36h que en los pollos testigos. No se observo efecto alguno del tipo ni del nivel de grasa utilizada en el pienso de iniciación sobre el contenido de GA y el desarrollo del MP a los 42d PA.

Se concluye que un ayuno post nacimiento de 36h no afecta el crecimiento a 42d PA en comparación con un ayuno de 12h, pero aumenta el consumo y por tanto empeora el índice de conversión. Además, un ayuno prologando tiende a reducir el contenido relativo en grasa abdominal e incrementa el desarrollo del músculo pectoral mayor. Ni el tipo ni el nivel de grasa adicionado a la dieta de iniciación afectaron de forma alguna a los parámetros productivos a los 42d post alimentación.

4.- REFERENCIAS

Chamblee, T.N., J.D. Brake, C.D. Schultz y J.P. Thaxton, 1992. Poultry Sci. 71:1811-1816
Corless, A.B., y J.L. Sell, 1999. Poultry Sci. 78:1158-1169.
FEDNA, 1999. C. de Blas, G.G. Mateos y P.G. García. Ed. Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal. U.P.M. Madrid, España.
Latour, M.A., E.D. Peebles y C.R. Boyle, 1994. Poultry Sci. 73:1362-1369.
Picard, M., M. Plouzeau y J.M. Faure, 1999. Ann. Zootech. 48:233-245.
SAS Institute, 1990. Version 6 Ed. Cary, NC. EEUU.
Uni, Y. y D. Sklan, 1999. Poultry Sci. 78:1750-1756.

RESULTADOS PRODUCTIVOS DE LAS RAZAS CUNICOLAS ARGENTÉ DE CHAMPAGNE Y FAUVE DE BOURGOGNE.

M. López Sánchez. Unidad de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177.- 50013 Zaragoza.*e-mail:* marina@posta.unizar.es

INTRODUCCIÓN

En la cunicultura industrial las razas Neozelandesa y Californiana han sido las preferidas, encontrándose prácticamente en todas las explotaciones ganaderas y siendo también las razas base para la mayoría de líneas selectas que constituyen los actuales esquemas de hibridación. Son por ello las razas más estudiadas y las que sirven de referencia para todas las otras razas cunícolas. El número de "estas otras" razas es muy elevado (alrededor de 60) pero las crían pequeños productores que las dedican fundamentalmente a exposiciones y concursos, habiendo sido por ello poco estudiadas en general. No obstante, algunos trabajos se han realizado sobre ellas, aunque analizando sólo aspectos productivos parciales (Sierra y López, 1991).

Con el fin de estudiar de manera global algunas de estas razas poco conocidas, nueve países europeos están desarrollando un trabajo conjunto desde hace cuatro años sobre 10 razas de conejos (Bolet, 1999). En el marco de dicho proyecto se situan los resultados del presente trabajo en el que se estudian las características reproductivas y de crecimiento de conejos de raza Argenté de Champagne (Plateado de Champagne) y Leonado de Bourgogne (Leonado de Borgoña) criados en pureza y, asimismo, cruzados con hembras INRA 9077 que se usan como testigo en todas las experiencias del proyecto mencionado.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en la granja experimental de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. Se utilizaron 20 hembras y 12 machos Plateado de Champagne, 13 hembras y 11 machos Leonado de Borgoña y 20 hembras INRA9077. Las hembras testigo proceden de un núcleo creado por el INRA (Toulouse) en 1976 a partir de una población Neozelandesa, que se ha mantenido sin selección genética con el fin de utilizarse como control precisamente en las experiencias de selección. La mitad de los machos y hembras Plateados y Leonados se obtuvieron también del INRA de Toulouse, centro que los había adquirido en varias granjas de distintos países europeos (Bolet, 2000); la otra mitad de los animales puros se obtuvieron mediante reproducción del grupo anterior ya en nuestra granja experimental.

La conejas se sometieron a un ritmo de reproducción semi-intensivo, con cubrición 11 días post-parto y destete de los gazapos a los 35 días de edad. Estas conejas se mantuvieron con periodos de luz:oscuridad de 16:8h (21 días del ciclo: desde 7 días antes de la cubrición hasta realizar el diagnóstico de gestación) y de 10:14h (resto del ciclo). Se determinó el peso de las hembras inmediatamente después de la cubrición y el peso de los gazapos en el momento del destete y semanalmente hasta los 77 días de edad, de acuerdo con el protocolo experimental del proyecto citado.

El efecto de la raza sobre las variables reproductivas se ha estudiado mediante χ^2 y análisis de varianza (GLM) (SAS, 1987) . Los mismos análisis se han aplicado para determinar el efecto del padre (Plateado/Leonado) sobre los resultados reproductivos del grupo testigo. El crecimiento durante el cebo se ha evaluado mediante análisis de varianza, incluyendo los datos de todos los gazapos puros obtenidos y una pequeña muestra de los gazapos cruzados PlateadoXINRA 9077 y LeonadoXINRA 9077.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sobre las hembras experimentales se han realizado un total de 244 presentaciones al macho, observándose una baja tasa de aceptación en las razas puras respecto a la testigo (Cuadro 1). Las diferencias pueden estar relacionadas con cierta restricción en el uso de machos sobre estas hembras puras por estar emparentados entre sí, restricción que no ha afectado a las testigo las cuales han dispuesto, por tanto, de mayor número de machos. No obstante también la tasa de gestación y, especialmente, la fertilidad han sido inferiores en las razas puras, mostrando las hembras testigo, por el contrario, unos valores excepcionalmente elevados, quizá relacionados con que los gazapos que estas hembras gestan son cruzados. Como notablemente baja podemos señalar fertilidad de la raza Plateada, siendo la que ha presentado mayor número de fallos en partos, sea por reabsorción, por aborto o sobre todo por muerte de las hembras gestantes poco antes del parto.

Cuadro 1. Tasas de aceptación, gestación y fertilidad.

Grupo	Argenté de Ch.	Fauve de B.	X INRA9077	$\chi 2$
Presentaciones (n)	76	62	106	-
Tasa aceptación (%)	61,84	61,29	79,05	*
Tasa gestación (%)	72,34	81,58	90,36	*
Fertilidad (%)	59,09	72,97	84,93	**

En relación con el tamaño de la camada las tendencias son similares (Cuadro 2), pues aunque la prolificidad de la raza Plateada es mediana respecto a los otros grupos, el número de gazapos destetados por parto en esta raza es muy pequeño debido a una mortalidad muy elevada durante el periodo de lactación. También la mortalidad del grupo testigo es alta, pero su respuesta reproductiva es mejor que la de las razas puras.

El efecto del macho Plateado o Leonado sobre los resultados reproductivos de las hembras testigo no es significativo, de modo que los padres de ambas razas parecen aportar una productividad estadísticamente similar. Sin embargo, también aquí tienden a ser peores los resultados del cruce de los machos Plateados respecto a los Leonados: inferiores tasas de gestación y fertilidad, mayor mortalidad al nacimiento y durante la lactación, además de menor prolificidad, nacidos vivos/parto, destetados/parto y vivos/parto al final del cebo.

En el momento del destete los gazapos puros Plateados y Leonados presentaron pesos individuales similares, pero al final del cebo (77 días de edad) el peso de los Plateado de Champagne fue notablemente mayor debido a una velocidad de crecimiento más alta que la de los gazapos Leonado de Borgoña (40,11 g/d vs 33,66 g/d) (Cuadro 3). A falta de un análisis más profundo eliminando el efecto del tamaño de la camada al destete, estas diferencias de crecimiento son un posible reflejo de las diferencias de peso adulto de ambas razas, practicamente de formato gigante la Plateada y de formato medio la Leonada (Cuadro 2). Las diferencias de crecimiento durante el cebo entre razas puras se mantienen en los cruces, mostrando mayores pesos y crecimientos diarios los hijos de PlateadoXINRA 9077 que los de LeonadoXINRA 9077 (Cuadro 3).

Estos gazapos consiguieron el peso adecuado para el sacrificio en mataderos españoles a los 70 días de edad como media, aunque los Plateados puros deberían sacrificarse un poco más jóvenes porque a esta edad ya superan los 2 kg de peso solicitados en nuestro país.

Cuadro 2. Evolución del tamaño de la camada desde el nacimiento al final del cebo.(1)

Grupo	Argenté de Ch.	Fauve de B.	X INRA 9077
Peso hembra cubrición (g)	4963a	4339b	4282b
Prolificidad (gazapos totales /parto)	6,96ab	6,30a	7,82b
Vivos /parto	5,00a	4,74a	6,76b
Muertos/parto	1,96a	1,56ab	1,07b
Gazapos destetados/parto	2,15a	3,10a	5,51b
G. vivos final cebo/parto	2,08a	2,95a	5,46b
Mortinatalidad (%)	32,45a	31,67a	14,25b
Mortalidad lactación (%)	58,46a	29,94b	19,37b
Mortalidad cebo (%)	2,78	3,33	1,20

Cuadro 3. Crecimiento de los gazapos durante el cebo. (1)

Edad	Argenté de Ch.		Fauve de B.		Arg.XINRA9077		Fau.XINRA9077	
	peso	crecim.	peso	crecim.	peso	crecim.	peso	crecim.
5 semanas	800	-	799	-	797	-	774	-
10 semanas	2169	39,18a	1956	33,41b	2009	35,22b	1834	31,20c
11 semanas	2479	40,11a	2218	33,66b	2279	35,76b	2038	30,86c

(1) Dentro de cada fila letras distintas indican diferencias significativas (P<0,05)

Los resultados expuestos están en la línea de los obtenidos sobre estas mismas razas en las otras granjas experimentales participantes en el proyecto: la respuesta reproductiva es baja en las razas puras respecto a las testigo, sean éstas testigo utilizadas en pureza (Bolet, 2000) o en cruce como en el trabajo actual. Los peores resultados de la raza Plateada podemos atribuirlos a una capacidad de adaptación muy baja de esta raza, al menos en nuestra granja: la mayoría de estas hembras parecen estar asustadas, atentas a la entrada de cualquier persona a la nave y a veces corren rápidamente en círculos dentro de la jaula dando por resultado la rotura de la columna y la paralización de su tercio posterior. Este comportamiento es menos aparente en las hembras Leonadas (aunque también alguna de estas se muestra "agazapada"). Además, tanto Plateadas como Leonadas han presentado mayor morbilidad que las hembras testigo y parecen más sensibles que éstas últimas a problemas patológicos (mal de patas, por ejemplo). Respecto a los machos, también los Plateados han mostrado mayor morbilidad que los Leonados, pero el crecimiento que aportan a sus hijos es importante por lo que pueden tener un interés real como línea paternal en la producción de carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bolet, G. (*coor.*), 1999. A programme for the inventory, characterisation, evaluation, conservation and utilisation of European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) genetic resources. Animal Genetic Resources Information, 25, 57-70.

Bolet, G. (*coor.*), 2000. Evaluation and conservation of European rabbit (Oryctolagus cuniculus) genetic resources. First results and inferences. 7th World Rabbit Congress, A Volume, 281-315.

SAS, 1987. SAS/STAT. Guide for Personal Computers, Version 6 Edition. SAS Institute Inc., Cary. NC.

Sierra, I., López, M., 1991. Importancia de las razas autóctonas en cunicultura. XVI Symposium Nacional, 29-40, Castellón.

EVOLUCIÓN DEL DESARROLLO DE LA PERDIZ ROJA EXPLOTADA EN CAUTIVIDAD

Caballero de la Calle, J.R. (*);Peña, J.C. (**); Caballero, J.V. (*)

(*) EUITA de Ciudad Real. Univ. de Castilla La Mancha
(**) Excma. Diputación Provincial de Ciudad Real

INTRODUCCION

La crianza en cautividad de la perdiz roja debe potenciar fundamentalmente el carácter salvaje que presenta la especie. De ésta forma, el método de explotación a seguir debe, por un lado, respetar su idiosincrasia y por otro preparar al ave para su adaptación al medio ambiente.

Caballero de la Calle (1999) recomienda la crianza en suelo de los pollitos de perdiz roja desde su nacimiento hasta los 30 días de edad. Este método mejora la capacidad de adaptación de estas aves nidífugas y además refuerza su capacidad anatómica, morfológica y motora.

El objetivo de nuestro trabajo es establecer la evolución del crecimiento del pollito de *Alectoris rufa* criado en el suelo hasta el momento de su liberación a los parques de recría con 30 días de edad.

MATERIAL Y METODOS

A partir de 120 pollitos de perdiz roja, procedentes de huevos recogidos en el campo y criados en la Granja Cinegética de La Poblachuela, perteneciente a la Excma. Diputación Provincial de Ciudad Real, se valora su crecimiento desde el nacimiento hasta los 30 días de edad, es decir antes de pasarlos a la fase de recría.

Los huevos fueron recogidos durante los meses de Abril y Mayo del año 2000 y fueron almacenados durante 7 días, organizándose un total de 6 lotes.

Los animales son alimentados *ad libitum* con un pienso de cría en harina para perdices dispuesto en bandejas en el suelo. Se efectúan medidas del peso, índice craneano (relación entre la anchura y la longitud de la cabeza), longitud del tarso y longitud del ala, de todos los animales desde su nacimiento y posteriormente con 7, 15, 21 y 30 días de edad. Se establecen las posibles diferencias entre lotes de animales y la evolución general del crecimiento de la especie en la fase de cría.

RESULTADOS Y DISCUSION

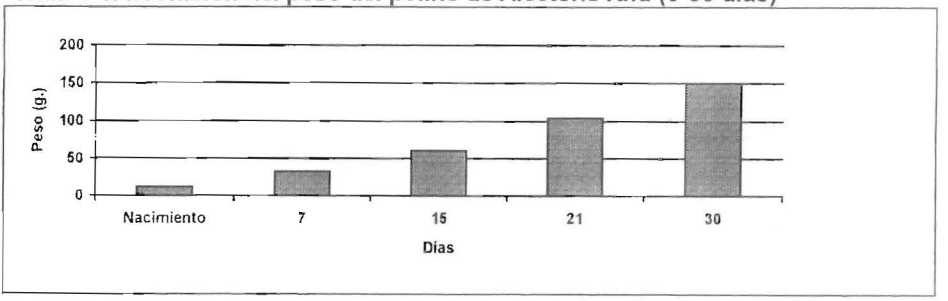
El peso medio de los animales desde el nacimiento hasta los 30 días de edad en los diferentes lotes aparecen en el cuadro 1. No observamos diferencias significativas entre lotes, por lo que la evolución media del peso aparece reflejado en el gráfico 1.

Desatacaremos que, en la primera semana de vida de los pollitos, su ganancia de peso es significativamente menor, ya que éstos deben aprender a moverse por la sala de cría y a conocer las instalaciones (comederos y bebederos).

Cuadro 1. Peso medio (g.) de las aves según lotes

EDAD	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6	Media
Nacimiento	11,61	12,32	11,53	12,05	12,78	12,43	12,11±0,18
1 semana	28,46	32,42	37,29	35,16	33,94	31,72	32,31±0,87
2 semanas	70,42	62,25	51,51	67,97	60,94	69,39	60,46±1,72
3 semanas	107,76	104,51	100,26	116,26	98,90	99,26	104,23±2,40
4 semanas	156,08	168,96	146,07	169,73	143,96	150,55	152,29±3,12

Gráfico 1. Evolución del peso del pollito de *Alectoris rufa* (0-30 días)



Es importante la adecuada colocación de cercones o separadores, alrededor de los focos de calor con luz, ya que ésta práctica ayuda a la adaptación del ave a éste hábitat artificial (Offic.Nac.Chass.,1986). La capacidad de crecimiento de los animales se duplica entre los 15 y los 21 días, permaneciendo de una forma casi homogénea a partir de la tercera semana de vida (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ganancia media diaria por semanas de los pollitos de perdiz roja

Semana	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Ganancia media (g.)	2,89	4,02	6,25	6,86

El peso medio alcanzado por las aves al final de la fase de cría es aproximadamente del 30% del peso vivo adulto, que según Castresana (1997), puede oscilar entre los 350-600 g. La ganancia media diaria en éste periodo es de 5,08±1,66 g., cifra parecida a la estimada por Pérez y Pérez (1981) para esta edad.

Un seguimiento posterior del crecimiento de las aves nos ha permitido reconocer el sexo de los mismos y por tanto buscar diferencias entre machos y hembras. El peso medio final de los machos resulto ser de 156,98±3,58 g. y en el caso de las hembras de 158,54±4,37 g. Vemos que no existen diferencias significativas entre sexos a los 30 días de edad, tal y como indican Torres et alt. (1995), los cuales sitúan esta fecha en una fase de crecimiento rápido del ave, independientemente de su sexo.

La evolución de las características morfológicas de los pollitos tampoco indica diferencias significativas entre lotes, ni tampoco entre sexos hasta los 30 días de edad,

lo que vuelve a poner de manifiesto la fase de crecimiento rápido y homogéneo de las aves y su escaso dimorfismo sexual (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características morfológicas medias de las aves

EDAD	Indice Craneano (%)	Longitud Tarso (cm.)	Longitud Ala (cm.)
Nacimiento	78,44	1,79	1,29
1 semana	66,41	2,22	1,63
2 semanas	62,26	2,60	2,36
3 semanas	61,75	3,13	3,12
4 semanas	62,12	3,51	3,49
Macho	61,45	3,49	3,26
Hembra	62,52	3,57	3,42

El índice craneano disminuye de forma progresiva desde el nacimiento hasta los siete días de edad, de ésta forma la cabeza tiende a proporcionarse con respecto al resto del cuerpo del ave.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABALLERO DE LA CALLE, J.R. (1999). Planificación de la explotación y manejo de la perdiz. En *Explotaciones cinegéticas y de avestruces. Proceding Jornadas técnicas.* Universidad de Valladolid.

LUCIO, A. (1994). Influencia de las condiciones climáticas en la productividad de perdiz roja (*Alectoris rufa*).*Ardeola, 37 (2): 207-218.*

OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE (1986). *La perdiz, cría y explotación.* Mundi-Prensa. Madrid.

PEREZ Y PEREZ, F. (1981). *La perdiz roja española.* 2ª ed. Ed. Científico-Médica. Barcelona.

COLL, M. (1986). *Experiencias de campo sobre el instinto maternal de la perdiz roja española.* Dirección General de Montes, Caza y Pesca. JJCC de Castilla-La Mancha.

CASTRESANA, L. (1997). Taxonomía e identificación de las distintas especies cinegéticas menores (Cap. III). En *Zootecnia: Bases de la Producción Animal. Tomo XII.* Mundi-Prensa. Madrid.

TORRES, A.; GARCÉS, C. (1995). La explotación de la perdiz (Cap. XIX). En *Zootecnia: Bases de la Producción Animal. Tomo V.* Mundi-Prensa. Madrid.

ADELANTO DE LA ÉPOCA DE PARTO EN EL CIERVO IBÉRICO (*Cervus elaphus hispanicus*): EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

J. A. Gómez*, T. Landete-Castillejos†, A. García† y L. Gallego*

*Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal, ETSIA, Universidad de Castilla-La Mancha.
† Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC), JCCM-CSIC-UCLM, 02071 Albacete (España)

INTRODUCCIÓN

La lactación en el ciervo conlleva un importante gasto energético, mayor incluso que el de la gestación y que afecta a la supervivencia de la cría y el posterior éxito reproductivo de la hembra (Clutton-Brock, 1989). Los animales requieren en esta etapa el 43% de la energía necesaria durante el año (Kelly et al., 1987).

El ciervo, al igual que otros ungulados salvajes de la Península Ibérica, muestra un ciclo reproductivo marcadamente estacional. En nuestro país los partos se concentran entre mediados de mayo y principios de junio. La influencia que el adelanto de esta época fisiológica de parto tiene sobre el crecimiento de los gabatos y la condición corporal de la madre está recogida en la bibliografía (Adam et al., 1987, 1992; Meikle et al., 1992). El efecto que tiene en la producción y composición de la leche esta poco o nada documentado. El objetivo de este trabajo es comprobar el impacto que sobre estas variables tiene el adelanto de los partos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales experimentales fueron 12 ciervas ibéricas (*Cervus elaphus hispanicus*). El grupo adelantado (A), estuvo compuesto por seis hembras de siete años de edad paridas entre el 21 y el 30 de marzo. El grupo control (C), formado por las otras seis de 5,3 ± 1,9 años, parieron entre el 10 y el 14 de junio del mismo año. El peso medio del primer grupo fue de 96,53 ± 7,05 kg y el del segundo 106,83 ± 9,21 kg, no existiendo entre ellos diferencias estadísticamente significativas. Ambos lotes fueron mantenidos separadamente en dos praderas artificiales en la granja experimental de la E.T.S.I.A. (UCLM), recibiendo además un complemento alimenticio en forma de concentrado.

Los 2 lotes de animales fueron inseminados mediante IAU (inseminación artificial intrauterina) tras un tratamiento hormonal de sincronización e inducción de celos y ovulaciones.

Para valorar la producción de leche las ciervas fueron ordeñadas en las semanas 2, 3, 4, 6, 10, 14 y 18 postparto. Previamente al ordeño las hembras se aislaron de sus crías durante 6 horas (de 8:00 a 14:00) para evitar el amamantamiento. El ordeño se realizó mecánicamente (60 pulsaciones/min; relación masaje/ordeño: 50/50; vacío: 44 kPa) y mediante anestesia con una combinación de ketamina (1 mg/kg) y xilacina (0,5 mg/kg) intravenosa (yugular) y posterior inyección de 10 U.I. de oxitocina para favorecer la bajada de leche. La anestesia se revirtió con una inyección de yohimbina (0,25 mg/kg). La leche fue analizada para obtener la concentración de proteína, grasa y lactosa en un analizador de infrarrojos Milkoscan serie 4000 diluyendo las muestras al 50% para ajustar su composición al rango de calibrado del analizador. Estos análisis se

realizaron en el Centro Regional de Selección y Reproducción Animal (CERSYRA) de Valdepeñas. Así mismo fueron pesadas semanalmente en una balanza de precisión de ± 50g.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 1 y 2 muestran la producción y composición de la leche. No hubo diferencias en producción total de leche (figura 1), ni en producción total de proteína o lactosa, si bien, la producción total de grasa fue marginalmente significativa (22,5 ± 4,7 kg *vs* 27,2 ± 2,9 kg, $P = 0,065$). Tampoco hubo diferencias en la concentración media de lactosa, ni en la de proteína, sin embargo el grupo C tuvo una concentración media de grasa mayor que el grupo A (9,74 ± 0,60 % *vs* 10,49 ± 0,44 %, $P < 0.05$). Esta diferencia en la concentración media de grasa fue debida a un brusco aumento que se produjo en el grupo C en comparación con el A a partir de la semana 10 y hasta la 18 (figura 2). El extracto seco evolucionó de forma paralela a como lo hizo la grasa. Anteriores resultados de nuestro equipo muestran que los partos tardíos tienen como consecuencia un menor crecimiento de los gabatos, así como menor producción de leche y mayor concentración de la misma, sobre todo en grasa y proteína (Landete-Castillejos et al., 2000). Sin embargo, contrariamente a lo que se podría esperar, el adelanto de los partos no conlleva diferencias en producción y composición de leche.

En cualquier caso, las hembras que parieron en marzo aumentaron de peso durante la lactación (4,27 ± 2,09 kg) mientras que las de junio disminuyeron de manera notable (-9,20 ± 6,22 kg), lo que sugiere que el adelanto podría tener efectos positivos en la hembra ya que podría llegar a la época reproductiva en mejor condición.

Así mismo, no hubo diferencias de ganancia de peso de los gabatos calculadas semanalmente como (peso a la semana$_i$ - peso a la semana$_{i-1}$) / peso a la semana$_{i-1}$. Aunque debido a la ventaja ganada por el adelanto, al inicio del invierno (21 de diciembre), los nacidos antes mantuvieron una diferencia de casi 8 kg con respecto a los nacidos después (60,9 ± 7,0 kg *vs* 53,0 ± 3,7 kg, $P < 0,05$), por lo que podrían verse menos afectados por la disminución de ingestión en los meses de invierno propia de la especie.

Tabla 1. Producción total de leche y de componentes de la misma en los dos grupos estudiados (media ± desviación típica)

Grupo	L de leche	Kg de proteína	Kg de grasa	Kg de lactosa
A	242,7 ± 44,7	15,8 ± 3,4	22,5 ± 4,7	13,5 ± 2,5
C	267,3 ± 33,7	17,2 ± 2,0	27,2 ± 2,9	15,6 ± 1,3
p	ns	ns	ns (p = 0,065)	ns

Tabla 2. Porcentaje medio de proteína, grasa, lactosa y materia seca en cada uno de los dos grupos estudiados (media ± desviación típica).

Grupo	% proteína	% grasa	% lactosa	% extracto seco
A	6,60 ± 0,30	9,74 ± 0,60	5,51 ± 0,13	23,45 ± 0,94
C	6,32 ± 0,25	10,49 ± 0,44	5,56 ± 0,14	23,39 ± 0,49
p	ns	< 0,05	ns	ns

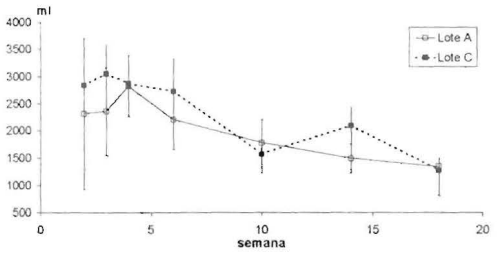


Figura 1: Evolución de la producción de leche (ml) a lo largo de la lactación (media ± desviación típica) en los grupos A (partos adelantados) y C (control).

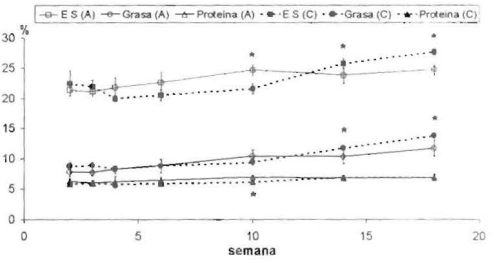


Figura 2: Cambios en la composición de la leche (%) a lo largo de la lactación en los grupos A (partos adelantados) y C (control). La lactosa no esta representada por solapamiento con las curvas de proteína y grasa. Los (*) muestran diferencias significativas

REFERENCIAS

C. L. Adam and Carol E. Moir, (1987). A note on the effect of birth date on the performance of suckled red deer calves and their dams on low-ground pasture. *Animal Production*, 44,330-332.

C. L. Adam, C. E. Kyle and P. Young, (1992). Growth and reproductive development of red deer calves (*Cervus elaphus*) born out-of-season. *Animal Production*, 55,265-270.

L. M. Meikle, P. F. Fennessy, M. W. Fisher, H. J. Patene, (1992). Advancing calving in red deer: The effects on growth and sexual development. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 52, 187-190.

R. W. Kelly, P. F. Fennessy, G. H. Moore, K. R. Drew and A. R. Bray, (1989). Management, Nutrition, and Reproductive Performance of Farmed Deer in New Zealand. En: *Biology and Management of the Cervidae* (C. M. Wemmer, ed.). London: Smithsonian Institution Press.

T. H. Clutton-Brock, S. D. Albon and F. E. Guinness, (1989). Fitness costs of gestation and lactation in wild mammals. *Nature*, 337, 260-262.

T. Landete-Castillejos, A. García, P. Molina, H. Vergara, J. Garde and L. Gallego, (2000). Milk production and composition in captive Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*): Effect of birth date. *Journal of Animal Science*, 78, 2771-2777.

EFECTO DE LA PRESENCIA HUMANA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL GANADO VACUNO DE MONTAÑA: VACAS

Palacio J.*; García-Belenguer S.**; Gascón M.**; Aceña M. C.**; Revilla R.***
*Dpto. Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Ciencias Experimentales y de la Salud. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Moncada (Valencia)
**Dpto. Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza
***Dpto. Producción Animal. SIA-DGA. Zaragoza

INTRODUCCIÓN

El presente estudio forma parte de uno más amplio encaminado a caracterizar la capacidad de adaptación al medio ambiente de las razas bovinas Parda Alpina y Pirenaica que actualmente se crían en el Pirineo.

Desde el punto de vista del comportamiento, observaciones procedentes del personal investigador y ganaderos que trabajan y crían a estas razas, describen a los animales pirenaicos como de manejo más difícil que los de la raza Parda Alpina. Los animales pirenaicos reaccionan siempre con miedo a la manipulación del hombre, mientras que los pardos se muestran más tranquilos o dóciles. Estas supuestas diferencias raciales no se han objetivado o no han sido contrastadas científicamente todavía.

En trabajos anteriores (Palacio *et al.*, 2001) y centrados en el estudio de la interacción con humanos en terneros de 2-4 meses de ambas razas, no se han descrito diferencias raciales en la respuesta a humanos, hallándose una escasa reacción a la presencia de personas en distintos contextos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar a través de las respuestas de comportamiento y neuroendocrina, el estrés emocional originado por la interacción con humanos desconocidos en vacas de las razas Parda Alpina y Pirenaica que han sido sometidas a un mismo sistema de manejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon un total de 10 vacas de cada una de las dos razas y con edades comprendidas entre los 3 y 12 años y todas con parto en primavera.

El estudio de la interacción humana se llevó a cabo mediante los tests descritos por Palacio *et al.* (2001):

Test 1: **Exposición de los animales a la presencia de una persona inmóvil**. En este caso y a diferencia de los terneros, se realizó en ausencia de congéneres.

Test 2: **Exposición de los animales a la aproximación de una persona**

Los tests se realizaron en todos los animales durante el mes de mayo, antes de que abandonaran la explotación para utilizar los pastos de puerto en compañía de sus terneros. La persona implicada en la realización de los tests fue desconocida para los animales y se revistió con una bata blanca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El test 1 evidenció unos elevados tiempos de alimentación durante la prueba en proximidad de la persona en ambas razas. Este hecho podría explicarse por una ausencia de conflicto en la situación creada, existiendo una fuerte motivación alimentaria y una ausencia de efecto de la persona sobre ésta, al ser contemplada como un elemento poco amenazante para el animal o de influencia neutra. Hay que considerar que el ganado vacuno adulto de la explotación en estudio, está familiarizado con el trasiego de personas a escasos metros por los pasillos de

manejos la presencia humana era requerida, por lo que los animales desde el nacimiento estaban habituados a ella.

El estudio de la interacción humana se llevó a cabo mediante la puesta a punto de dos tests:

Test 1: **Exposición de los animales a la presencia de una persona inmóvil**. El test se aplicó en presencia de congéneres conocidos para el animal y en una instalación típica diseñada para tests de "open field" (Figura 1) a la que se habituó previamente al animal y se añadió un dispositivo de alimentación. Entre otros parámetros, se registraron las latencias de interacción con la persona, de alimentación, de entrada y salida de la instalación. Así mismo se cuantificó el tiempo total de alimentación, los desplazamientos, el tiempo de permanencia en cada uno de los 9 cuadrados del test y la frecuencia de vocalizaciones (Tipo I y Tipo II), de olfateos a la persona, posiciones de cabeza elevada y de defecaciones y micciones.

Test 2: **Exposición de los animales a la aproximación de una persona**. El test de realizó en el parque de cría y en ausencia de congéneres, tras varias sesiones de habituación para permanecer en el dispositivo (Figura 2), con una frecuencia cardiaca basal constante y con ausencia de movimientos corporales. Un hombre situado a 5 metros del animal se aproximó lentamente (1m/2,5 s; total=10s) hasta un metro de la cabeza del animal donde permaneció inmóvil durante 45 s antes de alejarse. El procedimiento se repitió tres veces, en intervalos de 2 minutos, o bien cuando el animal había recuperado su frecuencia cardiaca inicial. En cada presentación del estímulo se tomaron los siguientes registros: número de olfateos a la persona, número de intentos de retirar la cabeza, reacción corporal del animal al llegar a 1 metro de su cabeza y registro electrocardiográfico cada 15 s durante la aproximación de la persona.

En ambos tests, la persona implicada en la realización de los mismos fue desconocida para los animales y se revistió con una bata blanca.

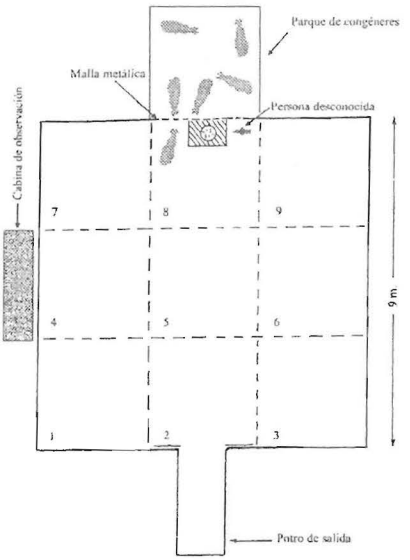


Figura 1

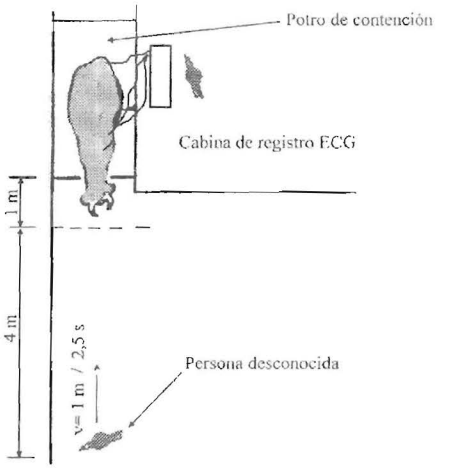


Figura 2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El test 1 evidenció una escasa reacción de los animales frente a la presencia de la persona inmóvil, evidenciada por los elevados tiempos pasados en proximidad a ésta y sus congéneres (cuadrado 8). Por otra parte, es de destacar la fuerte motivación social de los terneros de ambas razas, confirmada en estudios previos (Palacio, 2000) y que ha podido superar a la de evitar la presencia de la persona. Aunque la raza Pirenaica mostró un número significativamente mayor de vocalizaciones tipo I (1,7±1,9 *vs* 0,4±0,1) y de posiciones de cabeza elevada (13,1±9,8 *vs* 4,4±4,7) respecto a la Parda Alpina, ambas diferencias ya se habían puesto de manifiesto días anteriores en ausencia de la presencia humana.

Al someter a los terneros a la aproximación de una persona (Test 2) no se observaron diferencias raciales ni en las variables de comportamiento ni en la frecuencia cardiaca. Los índices de reacción corporal medios fueron negativos en ambas razas lo que pone de manifiesto la ausencia de reacción de miedo en esta edad ante la aproximación de una persona. Quizás uno de los elementos que más haya podido condicionar esta respuesta es la realización del test en el mismo parque de cría, donde los terneros están habituados tanto a la percepción visual como al acercamiento de las personas en las operaciones diarias que se efectúan en la explotación. El lugar donde se produce la aproximación de la persona es una de las señales que utilizan los terneros para predecir cómo los van a tratar (De Passillé *et al.*, 1996).

No se halló relación entre las dos pruebas, por lo que tanto la naturaleza del estímulo aplicado (quietud/movimiento) como la situación del animal en el test (libre/sujeto; explotación o ambiente nuevo) han podido originar esta distinta respuesta de los animales ante un mismo estímulo.

En conclusión, las escasas respuestas observadas en ambos contextos pueden deberse a la habituación a la intervención humana, derivada principalmente de momentos como la alimentación, al efecto modulador de la presencia de congéneres y a la ausencia de experiencias negativas a esta edad. Así mismo, y a esta edad (2-4 meses) no se han constatado diferencias entre la respuesta de la raza Pirenaica y la de la Parda Alpina a la presencia humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Appleby, M.C.; Hughes, B.O. (1997). *Animal Welfare*. CAB INTERNATIONAL, Oxon.

Boivin, X.; Le Neindre, P.; Garel, J.P.; Chupin, J.M. (1994). Influence of breed and rearing management on cattle reactions during human handling. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **39**, 115-122.

De Passillé, A.M.; Rushen, J.; Ladewig, J.; Petherick, C. (1996). Dairy calves'discrimination of people based on previous handling. *J. Anim. Sci.* **74**, 969-974.

Le Neindre, P.; Boivin, X.; Boissy, A. (1996). Handling of extensively kept animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **49**, 73-81.

Palacio, J. (2000). Estudio comparativo de la respuesta de adaptación de dos razas bovinas: Parda Alpina y Pirenaica. *Tesis doctoral*. Universidad de Zaragoza, 316 pp.

EFECTO DE LA PRESENCIA HUMANA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL GANADO VACUNO DE MONTAÑA: TERNEROS

Palacio J.*; García-Belenguer S.**; Gascón M.**; Aceña M. C.**; Revilla R.***
*Dpto. Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Ciencias Experimentales y de la Salud. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Moncada (Valencia)
**Dpto. Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza
***Dpto. Producción Animal. SIA-DGA. Zaragoza

INTRODUCCIÓN

El estudio de las interacciones humano-animal es relativamente reciente y adquiere cada vez una mayor importancia en ganadería. El miedo de los animales hacia el ser humano puede dificultar el manejo, bienestar y finalmente su productividad (De Passillé *et al.*, 1996). En muchos textos de revisión (ej. Appleby y Hughes, 1997) se ha concluido que el modo en que los animales son manejados por los criadores tiene un impacto sobre su bienestar, mayor aún que el tipo de alojamiento o sistema de explotación utilizado. Por otro lado, y aunque no menos importante, menor atención se ha dado al aumento de la probabilidad de lesiones en los propios cuidadores, cuando las manipulaciones o interacciones con los animales conllevan o estimulan respuestas de miedo hacia los humanos.

Las prácticas de cría modernas utilizadas en muchas especies ganaderas, reducen la oportunidad de contactos frecuentes y positivos entre los animales y sus cuidadores. Las granjas son cada vez más grandes y la tecnología tiende a reducir aún más los contactos entre el personal y los animales. Por otra parte, se mantienen prácticas de manejo necesarias en muchas ocasiones, que requieren la participación humana y van asociadas a experiencias aversivas o negativas, como la sujeción para vacunaciones, castraciones, crotalado, pesaje y descornados, administración de medicamentos, etc. A todo lo anterior hay que añadir en el ganado vacuno de montaña, que existe una tendencia cada vez mayor, derivada de la política agraria de extensificación de la Unión Europea, a prolongar la permanencia de los animales en el pasto, lo que se traducirá sin duda, en un menor contacto del ganado con el hombre y una permanencia continua de la madre con el ternero durante la fase de lactación. Esta situación podría potenciar la aparición de problemas de manejo posterior de los animales que hayan tenido poco contacto con el ser humano (Boivin *et al.*, 1994; Le Neindre *et al.*, 1996). Todas estas situaciones podrían verse agravadas por una reactividad racial diferente al contacto humano.

El presente trabajo forma parte de un proyecto más amplio de estudio de la respuesta de adaptación al medio ambiente de las razas Pirenaica y Parda Alpina que se crían actualmente en el Pirineo. El objetivo de este apartado fue el estudio de la respuesta de comportamiento y neuroendocrina al estrés emocional originado por la interacción con humanos en terneros de ambas razas y sometidos al mismo sistema de manejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon un total de 10 terneros de cada una de las dos razas y con edades comprendidas entre los 2 y 4 meses. Los terneros pertenecieron a los partos de primavera que tienen lugar en la explotación en condiciones controladas. Los terneros fueron separados de sus madres tras el nacimiento y reunidos en grupos en parques contiguos, permitiendo el contacto visual con ellas. Dos veces al día tuvieron contacto directo con ellas para amamantarse durante períodos de unos 30 minutos. Los terneros se pesaron semanalmente durante la estabulación. En ambos

alimentación cuando éstos están alimentándose, y tiene la oportunidad de asociar la presentación de comida con la presencia humana. Este hecho, capaz de modificar la posterior respuesta de comportamiento hacia los humanos (Boissy y Bouissou, 1988; Boivin *et al.*, 1992; Hemsworth *et al.*, 1996) ha podido intervenir en la escasa reacción ante la misma.

Sin embargo, en el Test 2, se apreciaron diferencias en variables de comportamiento como en el índice de reacción corporal (IRC) y los intentos de retirar la cabeza (RC), siendo significativamente superiores en los animales de raza Pirenaica (**Tabla 1**). Los IRC medios tras las tres aproximaciones a las vacas Pirenaicas fueron positivos (retroceso de la cabeza) mientras que en las Pardas mostraron valores negativos, lo que equivaldría a comportamientos de acercamiento del animal hacia la persona cuando ésta se halla cerca.

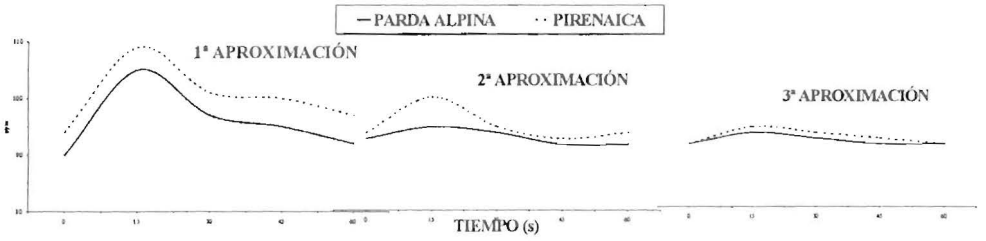
Tabla 1: EXPOSICIÓN A LA APROXIMACIÓN DE UNA PERSONA (Test 2). Comparación entre razas y aproximaciones de los principales registros de comportamiento.

	Parda Alpina (n=10; x±SD)	**Pirenaica** (n=10; x±SD)	p
Nº olfateos::			
Total	9,45±8,12	6,40±6,35	NS
1ª aproximación	3,7±2,8	2,2±2,4	NS
2ª aproximación	3,3±4,0	2,6±3,2	NS
3ª aproximación	2,4±2,2	1,6±2,0	NS
Nº intentos retirar la cabeza:			
Total	0,45±0,52	1,60±1,51	NS
1ª aproximación	0,3±0,5	$1,0\pm0,8^{a}$	*
2ª aproximación	0,1±0,3	$0,3\pm0,5^{b}$	NS
3ª aproximación	0,1±0,3	$0,3\pm0,5^{b}$	NS
Índice de reacción corporal:			
Índice medio	-0,3±0,4	0,7±0,7	**
1ª aproximación	-0,2±0,6	$1,9\pm1,5^{A}$	**
2ª aproximación	-0,3±0,5	$0,1\pm1,0^{B}$	NS
3ª aproximación	-0,4±0,5	$0,0\pm0,5^{B}$	NS

Test U de Mann-Whitney entre razas (columnas). NS: No significativo; *: p≤0,05; **: p≤0,01; ***: p≤0,001
Test de Wilcoxon entre aproximaciones (filas): letras diferentes indican diferencias significativas entre aproximaciones (mayúsculas: p≤0,01; minúsculas p≤0,05) dentro de cada registro de comportamiento. Ausencia de letras indica diferencias no significativas.

La respuesta cardiaca a la aproximación de una persona durante el test 2 no demostró diferencias entre razas y las mayores variaciones respecto a la basal se dieron tan sólo en la primera aproximación (**Gráfica 1**). La distinta reactividad entre razas a la presencia humana puede ser reflejo de experiencias anteriores con las personas o bien de la distinta influencia del contexto social, que como se ha demostrado en trabajos previos, tiene una mayor repercusión sobre los animales Pirenaicos (Palacio, 2000). Hay que recordar que esta prueba se realizó en ausencia de congéneres, y aunque se habituó a los animales a la permanencia en el potro de sujeción en ausencia del resto, la respuesta frente al estímulo "aproximación de la persona" ha podido ser distinta. La respuesta cardiaca se correlacionó con las variables de comportamiento registradas en la primera aproximación durante el test 2, por lo que su variación puede obedecer tanto al componente físico (movimientos en el potro) como al emocional (temor de la persona) de la prueba. Al repetir la presentación del estímulo, se puede deducir que los animales se adaptan pronto a un estímulo que no entraña peligro para el animal. Sin embargo, la raza Pirenaica podría adaptarse algo más lenta que la Parda Alpina, hecho que se aprecia en la

pequeña elevación de la frecuencia cardiaca ante la 2ª aproximación de la persona (**Gráfica 1**).



Gráfica 1: Frecuencia cardiaca durante las 3 aproximaciones de la persona en el test 2

Estas apreciaciones confirman la influencia del contexto y lugar donde se realizan los tests sobre la respuesta mostrada por el ganado vacuno.

Por otra parte, la ausencia de relación entre ambos tests, podría interpretarse como una respuesta distinta de los animales en función de si la persona está inmóvil o en movimiento, pero no es concluyente al existir otros factores (alimentación, lugar, sujeción,...) que también han podido originar un cambio en las respuesta de las vacas. Las características físicas de la presentación de un estímulo condicionan las respuesta de miedo desencadenadas ante él (Boissy, 1995; Miura *et al.*, 1996).

En conclusión, las escasas reacciones y diferencias entre razas observadas en terneros (Palacio *et al.*, 2001) y las diferencias aquí descritas, encontradas en la reacción ante la aproximación de la persona, confirman que la aproximación humana produce una reacción distinta en función de la raza y de la edad, siendo mayor en los animales pirenaicos adultos. Este hecho sugiere la necesidad de la investigación de períodos sensibles que pudieran ser los responsables del cambio en la respuesta a humanos en la raza Pirenaica. Por otra parte, en el ganado adulto, la presencia de alimento conocido puede ser de gran utilidad en los procedimientos que conlleven la intervención humana. El alimento participa en la modulación de las respuestas de miedo, consiguiendo disminuir el carácter aversivo del estímulo aplicado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boissy, A.; Bouissou, M.F. (1988). Effects of early handling on heifer'subsequent reactivity to humans and to unfamiliar situations. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **20**, 259-273.

Boissy, A. (1995).Fear and fearfulness in animals. *Q. Rev. Biol* **70**, 165-191.

Boivin, X.; Le Neindre, P.; Chupin, J.M. (1992). Establishment of cattle-human relationships. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **32**, 325-335.

Hemsworth, P.H.; Verge, J.; Coleman, G.J. (1996). Conditioned approach-avoidance responses to humans: the ability of pigs to associate feeding and aversive social experiences in the presence of humans with humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **50**, 71-82.

Miura, A.; Tanida, H.; Tanaka, T.; Yoshimoto, T. (1996). The influence of human posture and movement on the approach and escape behaviour of weanling pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **49**, 247-256.

Palacio, J. (2000). Estudio comparativo de la respuesta de adaptación de dos razas bovinas: Parda Alpina y Pirenaica. *Tesis doctoral.* Universidad de Zaragoza, 316 pp.

Palacio, J.; García-Belenguer, S.; Gascón, M.; Aceña, M.C.; Revilla, R. (2001). Efecto de la presencia humana sobre el comportamiento del ganado vacuno de montaña: terneros. *IX Jornadas sobre Producción Animal*, Zaragoza.

BIENESTAR ANIMAL Y TRANSPORTE BOVINO EN ESPAÑA[1]

María G., Villarroel M., Sañudo C., Sierra I., Slimene A., García S. y Chacón G.
Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. levrino@posta.unizar.es

INTRODUCCION

La cadena de producción de carne bovina termina con el transporte y posterior sacrificio de los animales en el matadero. Este punto crítico del sistema puede poner en riesgo en unas pocas horas, el buen trabajo realizado durante meses por los ganaderos. Es conveniente que el sector ponga especial cuidado en terminar bien todo el proceso, entregando un producto de calidad al consumidor y ofreciendo una buena imagen al público en general. El presente trabajo pretende destacar algunos puntos críticos que pueden afectar el bienestar y la calidad de la carne de los bovinos transportados para su sacrificio en el matadero.

MATERIAL Y METODOS

Mediante una encuesta, se estudiaron los modelos de producción, los procesos de carga, transporte y descarga, así como la estancia en matadero. El estudio se realizó entre los meses de febrero a junio de 2000. Se encuestaron un total de 86 granjas, con 43 transportistas y en 28 mataderos distribuidos en las 17 autonomías. Se contó con la colaboración de ASOVAC (Asociación Española de Criadores de Vacuno de Carne) y ADITSIC (Asociación Nacional de Veterinarios Oficiales de Mataderos e Industrias Cárnicas) para la distribución de las encuestas, así como de numerosas asociaciones de ganaderos y marcas de calidad. La encuesta se compuso de cinco cuerpos, uno dedicado al modelo de producción, otro dedicado a la carga de los animales, un tercero dedicado al transporte, un cuarto dedicado a la descarga y, por último, uno dedicado a la espera y el sacrificio en el matadero (ver http://wzar.unizar.es/catra).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los puntos críticos y puntos favorables que se han observado. Por razones de espacio los resultados se irán presentando a lo largo del texto y en la presentación oral. La gran mayoría (>75%) de las granjas estudiadas contaban con manga y rampa para cargar los animales, normalmente estas instalaciones están al descubierto sin defensas climáticas. Aproximadamente una de cada cinco granjas sigue utilizando el aguijón eléctrico para cargar. Un número muy reducido de granjas (15%) mezcla lotes al cargar, aunque sólo lo hacen cuando se ven obligados a ello. Todos reconocen que no es deseable la mezcla de lotes por su efecto estresor sobre los animales. Casi dos tercios de las granjas tienen establos de pre-carga. El tiempo medio de carga es muy breve, estimándose entre 10 y 20 minutos y con pocas incidencias negativas en cuanto a comportamiento.

[1] *Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto Europeo CATRA "Minimising Stress Inducing Factors on Cattle during Transport to Improve Animal Welfare and Meat Quality" PL1507.*

La mayoría de los transportistas entrevistados trabajan a nivel local de lo se deduce que el tiempo de transporte más frecuente es relativamente corto. En gran parte son propietarios de sus camiones, no están agrupados en asociaciones ó cooperativas y contratan un seguro para mercancías transportadas. Los camiones tienen normalmente dos ejes con una superficie de aproximadamente 12 m^2. Cuando los viajes son de larga distancia (>8 horas), se hacen con camiones remolque que suelen pertenecer a empresas con varios conductores. Estos camiones transportan 20-40 añojos y tienen dispositivos de abrevadero a bordo. Se respeta la ley sobre densidad animal en España, de unos 1,6 animales/m^2 (para añojos de 400-500 Kg, ver Real Decreto 1041/Junio 27 1997). Los conductores no reciben una formación específica para el transporte de ganado, habiendo obtenido su aprendizaje con la práctica.

Casi todos los camiones tienen suelo de aluminio rugoso reforzado. Raras veces se pone cama de paja pues hay que limpiar y desinfectar entre viajes. La mayoría de los camiones tienen techos y laterales sólidos o con barrotes cubiertos con lona.

El tiempo medio de transporte nacional es de 3,5 (±0.4) horas. La mayoría de los camiones realizan solo una carga antes de ir al matadero. El momento de carga es muy variable pudiendo hacerse a cualquier hora del día. Sin embargo, se observa una mayor frecuencia de cargas por la mañana muy temprano y por la tarde a última hora.

La espera en matadero antes de descargar es muy breve (menos de 15 minutos). De los mataderos estudiados, el 58% eran privados, el 21% públicos y el 21% mixtos. El tiempo medio de descarga fue muy corto (menos de 10 minutos) y sin peligros aparentes para los animales. Todos los mataderos están equipados con una rampa y manga de descarga que conduce al sitio de espera. Aunque muchos mataderos hacen constar que hay un veterinario inspeccionando la descarga, en la práctica es el conductor la única persona en la descarga en el 40% de los mataderos encuestados. Solo dos mataderos lavan regularmente los animales ó evalúan su grado de suciedad. Los elementos mas usados para conducir los animales durante la descarga son palos, palmadas y voces, aunque la mayoría de los mataderos cuentan con aguijón eléctrico para ser usado si es necesario.

Después de la descarga, los animales son llevados a establos amplios con piso de cemento rugoso para prevenir deslizamientos Sólo dos mataderos estaban provistos de dispositivos para prevenir montas. En ningún caso se mezclaban lotes y los machos estaban separados de las hembras. Todos los mataderos disponen de agua para bebida y lavado a presión de las instalaciones. Normalmente no tienen cama de paja, ni de otro material. Los materiales más frecuentes con los que están construidos los establos son el cemento o tubos. Aunque se ha demostrado el efecto positivo de suministrar electrolitos e incluso glucosa durante la espera, se utiliza muy poco. Sólo dos mataderos estaban equipados con sistemas de control de temperatura.

En todos los mataderos se usa un aguijón eléctrico para llevar los animales al área de sacrificio. El 83% de los mataderos estudiados decían tener personal entrenado específicamente para las labores propias del sacrificio de animales de abasto. El aturdimiento siempre se hace con bala cautiva y el tiempo entre aturdimiento y desangrado es aproximadamente de 40 segundos, no utilizándose la electroestimulación. El tiempo entre sacrificio y refrigeración es de aproximadamente una hora ó como máximo 90 minutos. Normalmente no se mide la temperatura de la canal, ni el pH antes de la refrigeración y aproximadamente la mitad de los mataderos evalúan hematomas en la canal.

En términos generales estamos de acuerdo con lo expuesto por Grandin (2000), al afirmar que la actitud y formación de las personas involucradas en el proceso de transporte y sacrificio de los animales es el factor que más influye sobre su bienestar. En un segundo término estaría el disponer de camiones e instalaciones adecuadas. Estos dos factores pueden, además, afectar seriamente la calidad de la carne obtenida y la rentabilidad del sistema. En general la cadena de transporte de ganado bovino es España funciona aceptablemente, demostrado en gran parte por la baja incidencia de carnes *DFD* (*dark, firm and dry*), situándose, según el MAPA, por debajo del 6%. Porcentaje muy inferior a los niveles de DFD que se observan en países del norte de Europa en donde pueden llegar hasta un 25%. Todo esto se debe en parte a la distinta estructura de las unidades de producción, ya que en España son explotaciones con instalaciones relativamente nuevas, una elevada especialización de sus propietarios, con un tamaño en los lotes de cebo de un número suficiente para realizar una única carga sin mezclas con destino al matadero y con transporte en distancias relativamente cortas. Por contra, en los países nórdicos se trata de granjas familiares con vacas nodrizas, cebando allí el ternero, por lo que los lotes de carga proceden de varias explotaciones con la consiguiente mezcla de animales, siendo el estrés muy superior y con un mayor riesgo de carnes DFD.

A pesar de estos datos positivos, sería conveniente que tanto el sector como el gobierno se involucraran más en las tareas de formación destinados a las personas que realizan el proceso de transporte, en especial a los conductores y a los encargados del cuidado de los animales en el matadero. Son necesarias evaluaciones anuales realizadas sin previo aviso por grupos independientes para asegurar una aplicación efectiva y homogénea de la ley en todos los países de la Unión Europea. Son numerosos los puntos críticos aún sin resolver, por lo que resaltamos la necesidad de trabajar en este asunto investigando y formando.

Cuadro 1. Tabla resumen de algunos puntos críticos y aspectos positivos detectados en la cadena de transporte de ganado bovino en España.

	Carga	Transporte	Descarga	Espera/Sacrificio
Puntos críticos	- Poco protegida contra elementos -Uso del aguijón	-Falta de formación e información del conductor -Gran variedad de vehículos	-Escasa supervisión -Uso del aguijón eléctrico	-No control de temperatura -Falta formación /información -Uso aguijón
Puntos favorables	-Buenas instala-ciones para carga -No mezcla de lotes de carga -Separación previa	-Viajes cortos -Respeto de la densidad animal -Poca espera al descargar	-Corta duración -Buenas instalaciones	-Establos amplios -Disp. agua -No mezcla de lotes ni sexos

Bibliografía. ***Grandin, T. (2000) Livestock Handling and Transport. CABI Publishing, Oxon, UK.***

SCORE PARA EVALUAR LA CARGA Y LA DESCARGA DE BOVINOS PARA SACRIFICIO [1]

María G., Villarroel M., Slimene A
Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. levrino@posta.unizar.es

INTRODUCCION

El transporte y posterior sacrificio de los animales en el matadero es el último eslabón de la cadena de producción de carne bovina. Son numerosos los trabajos que estudian el efecto del transporte sobre la calidad del producto y el bienestar animal en bovinos (Grandin, 2000). De todo este proceso la carga y la descarga de los animales son dos puntos críticos fundamentales para lograr un buen resultado final (Gregory, 1998). Estos eventos suelen ser típicamente breves y difíciles de evaluar de forma objetiva. El presente trabajo, de carácter puramente metodológico, define un sistema de evaluación del proceso de carga y descarga de grupos de bovinos basado en el tiempo de carga o descarga y en los eventos comportamentales observados durante los mismos.

Material, Métodos y Resultados

Se realizaron observaciones (*screening test*) de cargas y descargas de bovinos durante un período de 6 meses en el área de influencia del matadero Mercazaragoza. Se registraron los tiempos medios de carga y descarga y los eventos comportamentales más frecuentes (Tabla1). A estos eventos se les asignó una puntuación entre 0,5 y 2 puntos, de acuerdo con su intensidad, el número de animales involucrados en el mismo y el grado de certeza de la observación. Se apuntaron todos aquellos elementos que podían afectar al normal proceso de carga y descarga. El uso del aguijón eléctrico fue valorado en 2 puntos. Para lograr una mayor claridad en la explicación, nos referiremos únicamente al cálculo del *score* durante la carga. Para la descarga el proceso es similar, pero variando los tiempos de referencia (la mitad de los de carga). Los tiempos de referencia que se presentan son válidos para el área correspondiente al *screening* previo. Si se desea aplicar el score en un área diferente, es necesario re-definir estos tiempos de referencia a partir de observaciones de campo efectuadas en ese área.
En función de éste screening previo se definió un *score* **(LS)**, el cual se compuso de dos elementos, una nota para el tiempo de carga **(LN)** y un factor de corrección multiplicativo en función del número de eventos comportamentales observados durante la carga **(LB)**. A partir de éstos elementos se define **LS=(LN x LB)**. A menor valor LS mejor calidad de carga y a mayor valor de LS peor calidad de carga (Tabla2 y Tabla 3).

Para el cálculo de los tiempos de carga y descarga, es necesario definir los siguientes elementos:

Lote de carga (LG): grupo de animales cargados en un mismo punto con destino al matadero.

[1] *Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto Europeo CATRA "Minimising Stress Inducing Factors on Cattle during Transport to Improve Animal Welfare and Meat Quality" PL1507. HTTP://WZAR.UNIZAR.ES/CATRA*

Tiempo total de transporte (TT): tiempo transcurrido desde que se abre la puerta para sacar de su corral en la granja el primer animal del grupo de carga hasta que se cierra la puerta después de introducir el último animal del grupo de carga en el corral de espera en el matadero.
Tiempo de carga (LTG): tiempo transcurrido desde que se abre la puerta para sacar de su corral en la granja el primer animal del grupo de carga hasta que se cierra la puerta del camión después de introducir el último animal del grupo de carga.
Tiempo de transporte real (RTT): tiempo transcurrido desde que se pone en movimiento el camión en el punto de carga hasta que se detiene el camión en el punto de descarga en el matadero.
Tiempo de descarga (UTG): tiempo transcurrido desde que se abre la puerta del camión para sacar el primer animal del grupo de carga hasta que se cierra la puerta después de introducir el último animal del grupo de carga en el corral de espera en el matadero.
Tiempo de espera en matadero (LAT): tiempo transcurrido desde que se cierra la puerta del corral de espera una vez introducido el último animal del grupo de carga, hasta que se abre la puerta del corral de espera para conducir el primer animal al sacrificio.
Eventos observados (BNG): número de eventos de comportamiento y de otro tipo (i.e. uso de aguijón eléctrico) observados en el grupo de carga durante el proceso de carga.
El *score* se aplicó, hasta el momento, en un total de 33 viajes de añojos con destino al matadero de Mercazaragoza. El *score* medio observado para carga durante los viajes fue de 3,90 (±2,17). Los valores extremos fueron 1 (11%) y 10 (5,4%). En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis de varianza para los valores de pH de la carne a 24 horas y de cortisol plasmático después del transporte. Los resultados indican que los viajes en que según nuestro *score* la carga se efectuó de forma correcta, los valores de pH fueron significativamente ($p \leq 0,01$) más bajos (mejor calidad de carne) que en los viajes con cargas calificadas como malas. Para los valores de cortisol se observa que aquellos animales que tuvieron cargas calificadas como buenas, los niveles plasmáticos de este indicador de estrés fueron significativamente ($p \leq 0,01$) más bajos.

Tabla 1. Eventos mas frecuentes observados durante el screening previo y puntuación asignada a los mismos para el cálculo del *score*.

Tipo de evento observado	Puntuación asignada
Caídas (cuando la rodilla o el corvejón toca el suelo)	1 punto
Resbalones	0,5 puntos
Montas	2 puntos
Revueltas (el animal se vuelve en sentido contrario al grupo)	1 punto
Saltos	1 punto
Inmovilidad (*balk*, Grandin, 2000)	1 punto
Lucha o enfrentamiento (*Fighting bouts*)	2 puntos
Eliminaciones (micción o defecación)	0,5 puntos
Vocalizaciones de miedo	0,5 puntos
Uso de aguijón eléctrico	2 puntos

Tabla 2. Criterios para el cálculo del *score* de carga de ganado bovino.

TIEMPO		COMPORTAMIENTO	
LT = LTG/LG Tiempo de carga por animal	LN Nota de tiempo de carga	BN=BNG/LG Eventos observados por animal	LB Factor de multiplicativo de corrección
< 1 min.	1	0	1
1 – 2 min	2	>0 y ≤ 0,25	1,1
2 – 3 min	3	>0,25 y ≤ 0,50	1,2
3 – 4 min	4	>0,50 y ≤ 0,75	1,4
> 4 min	5	>0,75 y ≤ 1,00	1,8
		> 1,00	2,0

Tabla 3. Ejemplo para el cálculo del *score* de carga.

Parámetros	Cálculo
Tamaño del lote de carga (LG):	8 animales
Tiempo de carga para el lote (LTG):	10 minutos
Tiempo por animal (LT):	(LT=LTG/LG). LT=10/8=1,25 minutos/animal
Nota para tiempo de carga (LN):	(LT entre 1 y 2 minutos), entonces LN=2
Número de eventos observados (BNG):	1 monta (2 puntos); 1 inmovilidad (1 punto); 2 resbalones (1 puntos) Total=4 puntos
Eventos por animal (BN):	(BN=BNG/LG). BN=4/8=0,50 eventos/animal
Factor multiplicativo de corrección (LB):	(LB entre 0,25 y 0,50), entonces LB=1,2
Score final de esta carga (LS):	(LS=LN x LB). LS=2 x 1,2 = 2,4

Tabla 4. Medias mínimo cuadráticas para pH de la carne a 24 h *post mortem* y niveles de cortisol plasmáticos (ng/ml) después del transporte en bovino tipo añojo (n=33).

Score	pH	Cortisol
Bajo (≤ 2)	5,49 ±0,07 *a*	37.37 ±2,42 *a*
Alto (>2)	5,60 ±0,04 *b*	42,60 ±2,31 *b*

Bibliografía

Grandin T., 2000. Livestock handling and transport. CABI Publishing. UK.
Gregory N.G., 1998. Animal welfare and meat quality. CABI publishing. U.K.

Agradecimientos. Los autores agradecen la colaboración de los transportistas de ganado, los ganaderos y sus Asociaciones y el matadero de Mercazaragoza.

JAULAS "ETOLOGICAS" DE AMBIENTE ENRIQUECIDO EN GALLINAS PONEDORAS

María G., Cepero R. y Hernandis A.
Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. levrino@posta.unizar.es

INTRODUCCION

El bienestar animal ha cobrado gran importancia dentro de la industria agroalimentaria Europea. La industria del huevo recibe crecientes criticas reclamando modificaciones en el ambiente de producción con el fin aparente de mejorar el bienestar de las gallinas (Craig y Swanson, 1994). Las jaulas en batería están siendo objetadas por proveer un ambiente poco estimulante para el animal en el que las gallinas no tienen oportunidad de desarrollar sus pautas naturales de comportamiento. Esta situación conduce, aparentemente, a una pérdida de bienestar (Abrahamson y Tauson, 1997). La nueva legislación Europea sobre Bienestar Animal exige el uso de jaulas de ambiente enriquecido desde el año 2005. Este cambio supondrá un incremento de costes, siendo aún inciertos sus efectos sobre el bienestar de las aves y la calidad del producto en España. El presente trabajo pretende, desde un punto de vista etológico y de bienestar animal, aportar información sobre el uso de jaulas de ambiente enriquecido en dos estirpes de gallinas ponedoras comerciales.

MATERIAL Y METODOS

Un total de 984 gallinas ponedoras (ISA Brown y Hy-Line) se alojaron en jaulas convencionales (CO N=504, 6 gallinas por jaula) y en jaulas enriquecidas con nido, percha, baño de arena y rasca uñas (MAE N=480, 10 gallinas por jaula). Las gallinas se mantuvieron 1 ciclo completo de puesta (entre las 21 y las 80 semanas de edad). El régimen de luz, control ambiental y alimentación fue el convencional utilizado por los avicultores de Aragón. Diariamente se controlaron los datos productivos y el uso del espacio en las jaulas enriquecidas (áreas de nido, perchas, baño de arena y bebederos), por observación directa y por medio de cámaras de vídeo. El uso del baño de arena se estimó de forma auditiva. Se tomaron muestras de sangre para estimar los niveles de corticosterona. Se realizó el test de inmovilidad tónica inducida. Se evaluó el estado del plumaje (score de 1 a 4 puntos, Tauson et al, 1984). Se midió la longitud de la uña del dedo central. Se analizó el efecto tipo de jaula y estirpe.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los caracteres productivos no se vieron afectados por el uso de jaulas enriquecidas, con la excepción del inicio de puesta que requirió de un período de adaptación por parte de las gallinas que habían sido recriadas en jaulas convencionales, especialmente la estirpe Hy-line. Cuando se usan jaulas enriquecidas las pollitas deberían contar con un período de dos semanas de adaptación a las nuevas jaulas (17-18 semanas de edad).
Los indicadores plasmáticos no demostraron la existencia de un elevado estrés, aunque sí una interacción entre estirpe y tipo de jaula (Tabla 2). El test de inmovilidad tónica inducida no indicó situaciones elevadas de miedo en las aves, aunque es

destacable la alta variabilidad observada y la dificultad en interpretar los resultados (Tabla 3). Las gallinas utilizaron de forma muy eficiente el espacio disponible (Tabla 1) así como los distintos elementos de enriquecimiento ambiental incorporados a las nuevas jaulas, en especial las perchas (noches) y los nidos (mañanas).

El baño de arena, que se abría a las 13 a 16 horas para evitar la puesta dentro del mismo, fue utilizado (como máximo por dos gallinas de forma simultánea) con elevada frecuencia (160 cada 15 minutos) durante la primera hora, pero pasadas las 3 horas las gallinas redujeron de forma notable su motivación para desarrollar este comportamiento (15 cada 15 minutos). Algunas gallinas desarrollaban el comportamiento de baño fuera del mismo ya que éste se encontraba ocupado por otras compañeras de jaula.

El estado general de las gallinas al final del ciclo fue mejor en las jaulas enriquecidas (2,83±0,11) que en las jaulas convencionales (2.54 ±0.10). El dispositivo de desgaste de uñas (lija frente a los comederos) funcionó eficientemente, presentando las gallinas de jaulas enriquecidas, una longitud de uñas en el dedo central significativamente inferior (1,46 ±0,05 cm) a las de las jaulas convencionales (2,33 ±0,04 cm).

La mortalidad de las aves alojadas en jaulas enriquecidas fue inferior (5,6 %) que en las alojadas en jaulas convencionales (7,7%). Los Kg de huevo acumulados por ave alojada fue de 17,37 Kg en jaulas convencionales y de 17,15 Kg en jaulas enriquecidas.

En general podemos decir que el uso de jaulas enriquecidas es beneficioso para las aves y no perjudica los índices productivos. Sin embargo su elevado coste por gallina alojada (tres veces más que en sistemas convencionales) y la poca preparación de los fabricantes de jaulas (jaulas poco desarrolladas, deficiente servicio técnico) harán muy difícil que puedan ser incorporadas en el año 2005 sin ayudas económicas (subvenciones), tal como ocurre con otros sectores ganaderos.

Tabla 1. Medias mínimo cuadráticas (± s.e.) para uso del espacio en gallinas (Isa Brown y Hy Line) alojadas en jaulas de ambiente enriquecido para los tratamientos (T1, T2, T3, T4) estirpe x situación en la nave. (T1: Isa Brown y pasillo; T2: Hy line y pasillo; T3: Hy Line y ventana; T4: Isa Brown y ventana).

Tratamiento		Mañana	Tarde	Noche
T1	**Zona de Perchas**	**4.97 ±0.05[a]**	**4.48 ±0.05b**	**8.06 ±0.09c**
	Zona de Bebederos	3.71 ±0.06[a]	4.10 ±0.07b	1.64 ±0.11c
	Zona de Nido	1.28 ±0.03[a]	0.43 ±0.03b	0.29 ±0.05c
	Zona de Baño Arena	0.00 ±0.00[a]	1.07 ±0.02b	0.00 ±0.00c
T2	**Zona de Perchas**	**5.05 ±0.05[a]**	**4.52 ±0.05b**	**7.64 ±0.09c**
	Zona de Bebederos	3.52 ±0.06[a]	4.16 ±0.07b	1.76 ±0.12c
	Zona de Nido	1.41 ±0.03[a]	0.41 ±0.03b	0.52 ±0.05c
	Zona de Baño Arena	0.00 ±0.00[a]	1.02 ±0.02b	0.00 ±0.00c
T3	**Zona de Perchas**	**5.04 ±0.05[a]**	**4.45 ±0.06b**	**8.07 ±0.10c**
	Zona de Bebederos	3.51 ±0.056[a]	4.18 ±0.057b	1.56 ±0.09c
	Zona de Nido	1.47 ±0.03[a]	0.41 ±0.03b	0.34 ±0.06c
	Zona de Baño Arena	0.00 ±0.00[a]	1.02 ±0.03b	0.00 ±0.00c
T4	**Zona de Perchas**	**5.09 ±0.05[a]**	**4.58 ±0.05b**	**8.05 ±0.09c**
	Zona de Bebederos	3.62 ±0.06[a]	3.97 ±0.05b	1.49 ±0.08c
	Zona de Nido	1.27 ±0.03[a]	0.44 ±0.03b	0.37 ±0.05c
	Zona de Baño Arena	0.00 ±0.00[a]	1.06 ±0.03b	0.00 ±0.00c

Tabla 2. Medias mínimo cuadráticas (± s.e.) para niveles de corticosterona (ng/ml) en gallinas ponedoras comerciales de dos estirpes de color (Isa Brown y Hy Line) alojadas en jaulas de ambiente enriquecido (Big Dutchman) y convencionales (Zucami) para los tratamientos tipo de jaula x estirpe x edad.

	Jaulas Enriquecidas		Jaulas Convencionales	
Edad	Hy-Line	Isa Brown	Hy-Line	Isa Brown
1/3 de ciclo	19.94 ±1.06aA	13.00 ±1.97bA	6.76 ±1.05cA	8.64 ±1.06cA
Final de Ciclo	11.82 ±1.55aB	4.61 ±0.63bB	12.76 ±1.61aB	17.50 ±1.67cB

Letras minúsculas distintas significan diferencias significativas dentro de cada fila $p \leq 0.01$
Letras mayúsculas distintas significan diferencias significativas dentro de cada columna $p \leq 0.01$

Tabla 3. Medias (log_{10}) mínimo cuadráticas (± s.e.) para para la duración de la inmovilidad tónica inducida en gallinas ponedoras comerciales de dos estirpes de color (Isa Brown y Hy Line) alojadas en jaulas de ambiente enriquecido y convencionales para los tratamientos tipo de jaula x estirpe x edad.

	Jaulas Enriquecidas		Jaulas Convencionales	
Edad	Hy-Line	Isa Brown	Hy-Line	Isa Brown
1/3 de ciclo	5.33 ±0.27aA	4.27 ±0.32bA	4.63 ±0.27cA	4.77 ±1.06cA
Final de Ciclo	5.06 ±0.23aB	4.92 ±0.29aB	4.65 ±0.26bA	4.16 ±0.23cB

Letras minúsculas distintas significan diferencias significativas dentro de cada fila $p \leq 0.01$
Letras mayúsculas distintas significan diferencias significativas dentro de cada columna $p \leq 0.01$

BIBLIOGRAFIA

Abrahamson P. , Tauson R. 1996. Effect of group size on performance, health and birds' use facilities in furnished cages for laying hens. Acta Agric. Scand. Sect. A. Animal Sci. 47:254-260.

Craig, J.V., Swanson, J.C. 1994. Review. Welfare perspectives on hens kept for egg production. Poultry Science, 73:921-938.

Tauson R., Ambrosen T. y Elwinger K. 1984. Evaluation of procedures for scoring the integument of laying hens. Independent scoring of plumage condition. Acta Agric. Scan. 34:400-408.

AGRADECIMIENTOS

Estudio financiado por INPROVO (Interprofesional de Productores de Huevo)-MAPA, **Proyecto AGF97-0932 de CICYT** y por la Empresa Ansoain y Burguete (Zucami). Los autores agradecen muy especialmente la colaboración del sector de productores de huevo de España y en particular de Aragón, así como a la Empresa Big Dutchman España y a los trabajadores del Servicio de Apoyo a la Experimentación Animal (SAEA) de la Universidad de Zaragoza

Calidad de los productos

EFECTO DEL PESO DE SACRIFICIO EN EL RENDIMIENTO CÁRNICO DE TERNEROS DE SIETE RAZAS BOVINAS ESPAÑOLAS

Albertí P[1]., Sañudo C[2]., Olleta J.L[2]., Panea B[2]., Lahoz F[1].
1.Servicio de Investigación Agroalimentaria. Avda. Montañana, 930, 5016 Zaragoza. palberti@aragob.es
2.Facultad de Veterinaria, C/Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza.csando@posta.unizar.es

INTRODUCCIÓN

Para optimizar los sistemas de producción de engorde de ganado vacuno es esencial hacer corresponder el potencial y la precocidad de cada raza con el sistema de cebo y el peso de sacrificio, en función de la demanda del mercado al que van destinadas las canales. En canales del mismo peso, la composición porcentual de cada tejido varía considerablemente dependiendo de la raza y de la velocidad de crecimiento. Un exceso de grasa en la canal aumenta los costes de producción, reduce el rendimiento carnicero en el despiece comercial y dificulta la comercialización debido a que muchos consumidores prefieren carnes magras. La proporción de músculo en la canal es de suma importancia ya que determinará el rendimiento en carne comercializable y la proporción de piezas de mayor valor comercial.

El mercado europeo valora las canales muy bien conformadas que tienen un alto contenido en músculo, con una cantidad mínima pero suficiente de grasa para dar las características organolépticas deseadas por el consumidor. Por ello están en expansión razas con el gen de la hipertrofia muscular.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar el rendimiento cárnico según su despiece comercial de canales de terneros de siete razas sacrificados a tres pesos correspondientes a las categorías comerciales, *ternero, añojo y añojo pesado.*

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 277 canales, 82 ligeras, 119 medias y 76 pesadas de terneros de siete razas: Asturiana de los Valles (**AS**), Avileña (**AV**), Morucha (**MO**), Parda (**PA**), Pirenaica (**PI**), Retinta (**RE**), Rubia Gallega (**RG**). Los terneros habían sido cebados con pienso y fueron sacrificados al alcanzar el peso establecido por categoría comercial. Para la categoría comercial "Ternero" los animales fueron sacrificados al alcanzar un peso medio de 321 kg; los de categoría "Añojo" al alcanzar un peso medio de 461 kg y los "Añojo pesado" el peso medio de 544 kg.

A partir del peso canal caliente se calculó el rendimiento canal. Se evaluaron las canales según la conformación EUROP y el engrasamiento, R(CEE) nº2930/81. Se realizó el despiece comercial de la media canal izquierda, siguiendo la metodología de Agüera *et al.* (1986), separando el hueso y la grasa de recorte de las piezas comerciales, que fueron clasificadas en su categoría como extra, primera segunda o tercera. El solomillo se clasificó como categoría extra; y como categoría primera: lomo, babilla, tapa, contra, cadera, redondo, aguja, espaldilla y pez. La suma de ambas categorías corresponde a las piezas de mayor valor comercial.

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el procedimiento GLM del paquete SAS analizando los efectos raza, peso de sacrificio y su interacción. Se realizó un análisis de correlación con las variables cárnicas y el precio medio por kilo según categoría y conformación de la Junta de precios de ganado vacuno de octubre 1999 a julio 2000, de la Lonja de Mercolleida y Binefar (Boletín Informativo Agropecuario Mercolleida).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso medio de la canal caliente fue de 191 kg los ligeros (categoría *Ternero*), 275 kg los medios (*Añojo*) y 333 kg los pesados (*Añojo pesado*).

En el rendimiento canal influyó en mayor medida la raza que el peso de sacrificio ya que las diferencias entre razas llegaron a ser de 10 puntos, destacando la raza Asturiana y Rubia Gallega con valores superiores a 65%, las razas Pirenaica y Parda con valores en torno al 61% y las razas Morucha, Avileña y Retinta con un 56%. Sin embargo, entre ligeros y medios no se detectaron diferencias significativas (59.3% vs. 59.7%) aunque los pesados tuvieron un rendimiento superior 61,2% ($p<0.01$). La interacción de raza por peso se debió a que los terneros de raza AS y RG sacrificados a peso medio no siempre presentaron las características de ternero culón que sí tuvieron los faenados a peso ligero o pesado.

En el despiece comercial, las canales de los animales ligeros tuvieron el mayor porcentaje de hueso (19.4%) y el menor de grasa (7.4%)($p<0.01$) y a la inversa los terneros faenados a peso elevado dieron canales con el mayor porcentaje de grasa (10.4%) y menor de hueso (17.0%). El porcentaje de carne del despiece de los ligeros (73.1%) fue mayor que el de los medios (72,2%) ($p<0.01$) siendo intermedio y no diferente de ambos el de los pesados.

El aumento del peso de faena hizo variar la composición tisular ya que la proporción de grasa fue creciente y la del hueso decreciente, lo cual hizo que la relación carne/hueso fuese creciente de forma proporcional 3.8 ligeros, 4.0 medios y 4.4 pesados ($P<0.01$). La diferencia en la proporción de carne entre las razas o entre las categorías estuvo correlacionada ($r=0.95$ $P<0.001$) con el precio pagado por el kilo canal, sin embargo, no se halló correlación entre este precio y los porcentajes de carne de alto valor comercial.

Los animales de raza AS y RG destacaron en los tres pesos de sacrifico por su elevado rendimiento canal, relación músculo/hueso y su menor porcentaje de grasa de recorte, por lo cual el precio pagado por kilo canal llego a ser un 23% más caro que el de las canales de las razas de conformación media.

CONCLUSIONES

Al aumentar el peso de sacrificio aumenta el rendimiento canal en casi todas las razas.

A los terneros de raza RE, AV y MO es mejor no sacrificarlos a peso pesado ya que el aumento de peso no mejora el rendimiento en carne ni la conformación, sino que aumenta mucho la proporción de grasa.

Los terneros de raza PA y PI pueden sacrificarse a cualquier peso ya que el rendimiento en carne se mantiene y la proporción de grasa no aumenta excesivamente.

Los terneros de raza AS y RG, especialmente si tiene el carácter culón, es recomendable su sacrificio a pesos elevados ya que mejora su clasificación y el porcentaje de carne del despiece se mantiene o aumenta ligeramente, en el caso de los cortes de mayor valor comercial, mientras que el porcentaje de grasa sigue siendo bajo.

Agradecimientos. Este trabajo pertenece al proyecto SC-97-019 financiado por el INIA.

BIBLIOGRAFÍA

Agüera E., Vivo J., Monterde. 1986 Sistemática del despiece de la canal del vacuno: referencias anatómicas y piezas cárnicas resultantes. Pág.109-123 En "Bases Anatómicas, tecnológicas y comerciales de la carnización del vacuno", de J. Sandoval y col. 211 pág. Editado por Fac. Vet. Cáceres y Consejería de Sanidad y Consumo Junta de Extremadura.

Modelo comunitario de clasificación de canales de bovinos pesados R (CEE)nº 2930/81.

Cuadro 1. Rendimiento cárnico de terneros de razas españolas, cebados con pienso.

Faenados a peso ligero, alrededor de 321 kg, **categoría *"ternero"***

RAZAS - n	**AS** 12	**AV** 11	**MO** 12	**PA** 12	**PI** 12	**RE** 11	**RG** 12
Peso canal caliente, kg	215.6^{b}	169.4^{c}	163.6^{c}	183.4^{c}	184.0^{c}	163.1^{c}	254.4^{a}
Rendimiento canal, %	66.5^{a}	54.9^{d}	55.7^{cd}	57.3^{c}	60.3^{b}	53.8^{d}	65.6^{a}
Clasificación comercial	U+ 1	O+ 2-	O 2	R 1+	R 1+	O+ 2	U+1
Carne,% canal	79.9^{a}	69.0^{c}	69.2^{c}	72.2^{b}	74.2^{b}	68.0^{c}	78.6^{a}
Grasa, % canal	4.2^{c}	10.1^{a}	10.2^{a}	6.8^{b}	6.9^{b}	9.7^{a}	4.5^{c}
Hueso, % canal	15.9^{d}	20.9^{ab}	20.6^{b}	21.0^{ab}	18.9^{c}	22.2^{a}	16.9^{d}
Carne/hueso	5.0^{a}	3.3^{de}	3.4^{de}	3.5^{d}	4.0^{c}	3.1^{e}	4.7^{b}
Extra+primera/carne, %	63.4^{ab}	63.3^{ab}	62.4^{b}	63.9^{a}	64.3^{a}	63.6^{ab}	63.2^{ab}
Precio kg canal, ptas	581	478	465	503	503	478	581

Faenados a peso medio, alrededor de 461 kg, **categoría *"añojo"***

RAZAS - n	**AS** 18	**AV** 18	**MO** 12	**PA** 18	**PI** 18	**RE** 18	**RG** 18
Peso canal caliente, kg	291.8^{a}	261.0^{bc}	263.6^{bc}	281.0^{abc}	284.2^{ab}	256.0^{c}	286.0^{ab}
Rendimiento canal, %	64.1^{a}	57.8^{cd}	57.6^{cd}	59.7^{bc}	61.7^{ab}	55.5^{d}	60.7^{b}
Clasificación comercial	U 2	R 3-	R- 3-	R+ 2+	U- 2	R 3	R+ 2+
Carne,% canal	76.9^{a}	71.0^{cd}	69.5^{d}	71.8^{cd}	75.1^{ab}	66.8^{e}	73.0^{bc}
Grasa, % canal	7.1^{d}	10.5^{bc}	10.9^{b}	9.0^{bcd}	8.4^{cd}	13.4^{a}	8.8^{cd}
Hueso, % canal	16.0^{d}	18.4^{bc}	19.6^{ab}	19.1^{abc}	16.4^{d}	19.8^{a}	18.1^{c}
Carne/hueso	4.8^{a}	3.9^{bc}	3.6^{cd}	3.8^{bcd}	4.6^{a}	3.4^{d}	4.1^{b}
Extra+primera/carne, %	62.0	62.0	62.0	62.4	62.0	61.6	62.8
Precio kg canal, ptas	559	473	465	501	530	473	501

Faenados a peso pesado, alrededor de 544 kg, **categoría *"añojo pesado"***

RAZAS - n	**AS** 9	**AV** 12	**MO** 11	**PA** 12	**PI** 11	**RE** 11	**RG** 10
Peso canal caliente, kg	359.7^{a}	314.9^{bc}	316.7^{bc}	332.4^{abc}	352.8^{ab}	304.3^{c}	362.6^{a}
Rendimiento canal, %	67.5^{a}	58.2^{e}	58.5^{de}	60.2^{d}	63.4^{c}	57.0^{e}	65.3^{b}
Clasificación comercial	E- 1+	O+ 3	R- 3-	R+ 2+	U+ 2+	O+ 2+	E- 2-
Carne,% canal	80.6^{a}	68.6^{d}	68.3^{d}	71.9^{c}	74.8^{b}	66.7^{d}	79.6^{a}
Grasa, % canal	4.6^{a}	13.4^{a}	13.8^{a}	10.2^{b}	9.5^{b}	14.2^{a}	5.6^{c}
Hueso, % canal	14.9^{b}	17.9^{a}	17.9^{a}	17.9^{a}	15.7^{b}	19.1^{a}	14.8^{b}
Carne/hueso	5.5^{a}	3.8^{c}	3.8^{c}	4.0^{c}	4.8^{b}	3.5^{c}	5.4^{a}
Extra+primera/carne, %	64.1^{ab}	62.4^{c}	62.3^{c}	62.8^{bc}	62.8^{bc}	62.2^{c}	64.5^{a}
Precio kg canal, ptas	574	458	465	501	564	458	574

Valor de F y nivel de significación del análisis estadístico realizado.

RAZAS	Raza	Peso/categ.	Raza*Peso
Peso canal, kg	26***	**565***	3**
Rto. canal, %	**119***	25***	6.5***
Carne,% canal	**137***	6**	7***
Grasa, % canal	**87***	**53***	6***
Hueso, % canal	**70***	**78***	5***
Carne/hueso	**100***	40***	6***
Extra+primera/carne, %	4**	**23***	2*

AS: Asturiana de los Valles; **AV**: Avileña; **MO**: Morucha; **PA**: Parda; **PI**: Pirenaica; **RE**: Retinta; **RG**: Rubia Gallega.

Efecto del sexo y de la zona de cría sobre el momento óptimo del sacrificio en terneros de raza barrosã

A. N. V. B. V. Brito, J. C. O. Lopes y R. M. Pereira da Silva
Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agraria de Ponte de Lima
Refóios – 4990 – Ponte de Lima – Portugal

INTRODUCCIÓN

La conservación de las razas autóctonas es actualmente considerada, de forma unánime, como una prioridad de carácter biológico, cultural e incluso sentimental. La diversificación de la producción agrícola y la conservación del paisaje rural y del ambiente están relacionadas, de forma inequívoca, con la producción animal, y de forma más particular, con los sistemas agroecológicos de montaña, en los que las razas bovinas autóctonas tienen especial importancia.

La conservación de la raza bovina Barrosã contribuye a la fijación de poblaciones en zonas de recursos escasos, en virtud de su elevado potencial productivo.



Figura 1. Solar y zona de cría de la raza.

El área de producción de la raza bovina Barrosã se extiende esencialmente en dos regiones agrícolas la región de Entre–Douro e Minho y la región de Trás–os–Montes e Alto Douro, con una concentración más elevada en el Minho y en el Barroso (Figura 1).

Los efectivos actuales de la raza Barrosã son de cerca de 7396 animales adultos (Amiba, 1999). Se observa una disminución significativa de machos (fundamentalmente por el éxodo de la población rural y la mecanización), mientras que la disminución en el número de hembras (de 88709 animales en 1976 a 6963 en 1999, cerca del 92%) se justifica, además de las razones anteriores, por la sustitución por razas de aptitud lechera y la introducción de nuevas costumbres (Garcia *et al*, 1992 y Leite, 2000).

La carne Barrosã es un producto certificado con Denominación de Origen Protegida (D.O.P.), por lo que representa un producto de elevado valor con características peculiares y permite el aumento de las ganancias para el productor, factor decisivo en el desarrollo de la raza (Silva, 2000).

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron 110 animales con edades comprendidas entre 139 y 292 días, en los que se determinó el peso y el rendimiento de la canal. Todos los animales estaban inscritos en el Libro Genealógico de la raza y procedian de diferentes localizaciones dentro del área de producción, siendo pesados 24 h antes del sacrificio.

Se estudiaron los efectos sexo (machos - 1 y hembras - 2) y zona de cría, para lo que se definieron 3 zonas: zona 1 – **valle** (< 400 m), zona 2 – **ladera** (400 a 700 m) e zona 3 – **montaña** (> 700 m). Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS®. El intervalo de confianza utilizado fue del 95% ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que a la influencia del sexo sobre el rendimiento de la canal se refiere, no se detectaron diferencias significativas (P> 0,05) entre machos y hembras, aunque los valores observados fueron aritméticamente mayores en los machos (49,923%) que en las hembras (49,767%). Este hecho podría explicarse por el sistema de cría característico de la raza, con un segmento de producción lechera reducido, ausencia de efecto paterno marcado (por el elevado número de padres) y por la precoz edad en el momento del sacrificio, lo que no permite una evidencia marcada de dimorfismo sexual. (Tabla 1)

Tabla 1. Efecto del sexo sobre el rendimiento de la canal (media ± error estándar).

Sexo	Número	Rendimiento (%)
1	49	$49,923^{a} \pm 2,235$
2	61	$49,767^{a} \pm 2,072$

"a" no significativo para P≥0,05

En el análisis del efecto de la zona de cría sobre el rendimiento de la canal se observaron diferencias significativas (P≤0,05) entre zonas (Tabla 2). Los animales de la zona 1 (zona de valle) presentaron un rendimiento de la canal mayor a los de las zonas 2 y 3. Este hecho podría deberse a una mayor capacidad lechera de las vacas de la zona 1, sometidas a condiciones climáticas más favorables, alimentación más rica y, en ocasiones, mejor cuidado por parte de los productores que en las otras dos zonas consideradas. Estas premisas sugieren una posible potenciación de la capacidad lechera y de la duración de la lactación de las hembras de la raza Barrosã.

Tabla 2. Efecto de la zona de cría sobre el rendimiento de la canal (media ± error estándar).

Zona de cría	Número	Rendimiento (%)
1	25	$50,898^{a} \pm 1,768$
2	54	$49,730^{b} \pm 2,107$
3	31	$49,165^{b} \pm 2,200$

a ≠ b; P≤ 0,05

Para la determinación del momento óptimo de sacrificio (días), se procedió al agrupamiento de los animales de las zonas de cría 2 y 3. Mediante diversos modelos de regresión se estimó el que mejor se ajustaba a nuestra situación. Así, para la zona de cría 1, se obtuvo una regresión con una ecuación que se presenta en la Figura 2, y para las zonas 2 y 3, la ecuación de regresión correspondiente aparece en la Figura 3.

Como puede observarse, el rendimiento de la canal se comportó de forma distinta en función de la edad para cada una de las zonas de cría consideradas. El sistema actual de sacrificio, controlado por la D.O.P., prima el sacrificio de animales próximos a los 180 días. Los sistemas de explotación tradicionales comercializaban animales de cerca de 4 meses de edad, momento en que la hembra reduce su

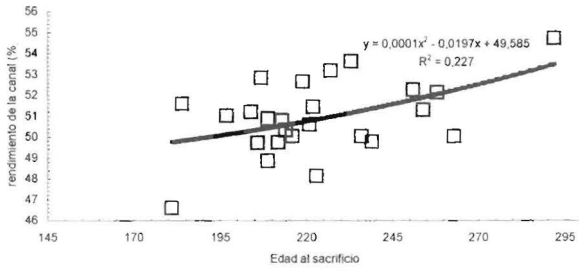


Figura 2. Rendimiento de la canal en función de la edad al sacrificio (días) en al valle.

capacidad lechera y inicia un nuevo ciclo reproductivo, evitando problemas causados por la reducida capacidad de estabulación del sistema de la raza. En este sentido, a partir de nuestras observaciones, es posible concluir, que en las zonas de valle, el mantenimiento de los animales durante períodos más largos de tiempo no tiene un efecto negativo sobre el rendimiento de la canal, al contrario de lo que sucede en las zonas de ladera y montaña, con reducción del rendimiento a medida que los animales envejecen.

La presión de la asociación de comercialización por respetar la edad al sacrificio no se justifica, por tanto, en las zonas de cría de valle, de la mejor alimentación y de la eventual mayor producción lechera maternal, proponiendo comportamientos distintos por parte de la entidad financiadora en función de las áreas de producción.

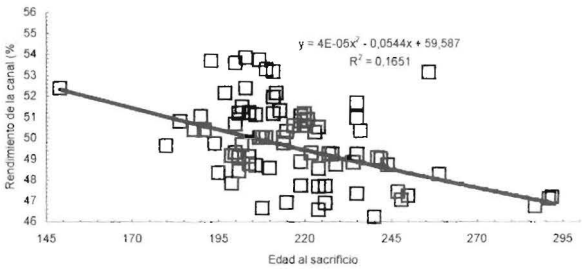


Figura 3. Rendimiento de la canal en función de la edad al sacrificio (días) en ladera y montaña

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIBA, 1999. *Registo Zootécnico da Raça Barrosã*. Associação de Criadores de Bovinos da Raça Barrosã, Braga.

GARCIA, M. L. G., ROSÁRIO, J., e ANTUNES, M., 1982. Raça Bovina Barrosã – Inquérito para a sua caracterização e seu sistema de exploração. Bovinos em Portugal. Direcção Geral dos Serviços Veterinários. Direcção de Serviços de Fomento e Melhoramento Animal.

LEITE, J.V., 2000. Barrosã. *In:* Catálogo de raças autóctones de Castela e Leão (Espanha) – Região Norte de Portugal. I. Espécies bovina e equina, Fundação Rei Afonso Henriques, pp. 77-89.

SILVA, R.M.P., 2000. Contributo para a determinação do momento óptimo de abate de vitelos na raça Barrosã. Relatório Final de Curso, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 86 pp.

RENDIMIENTO A LA CANAL EN TERNEROS DE RAZA MORUCHA

Soledad Alvarez Sánchez-Arjona. Universidad de Salamanca
Facultad de CC. Agrarias y Ambientales. Filiberto Villalobos 119. 37007 Salamanca

INTRODUCCIÓN

Los problemas sanitarios en el sector de la carne de vacuno han vuelto a poner de manifiesto la necesidad de garantizar la calidad y la trazabilidad del producto. Entre los instrumentos que pueden se útiles para conseguir dichos fines se encuentran las figuras de calidad, como las Indicaciones Geográficas Protegidas.

Por otra parte, las razas autóctonas de la España seca, perfectamente adaptadas a su entorno de explotación, deben buscar la revalorización de la calidad y de la sostenibilidad de sus sistemas de producción para poder mantenerse en un campo en el que otras razas tienen mejores rendimientos cuantitativos.

Dentro de este grupo de producciones está la raza morucha, localizada fundamentalmente en Salamanca. La Indicación Geográfica Protegida Carne de Morucha de Salamanca certificó 270 toneladas de carne en 1999. Es necesario ampliar los conocimientos sobre la productividad de esta raza, aún poco estudiada. Dado que, como indica Albertí (1997), la raza es una fuente importante de variación en las producciones, el objetivo del presente trabajo es profundizar en los valores de rendimiento y peso de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se dispone de los pesos vivos al sacrificio de 141 teneros de raza morucha, así como de su peso canal antes de oreo. Así mismo, en 62 casos se conoce también el peso de la canal tras el oreo. Estos datos corresponden a animales cebados en tres años distintos, procedentes de 35 ganaderías. En uno de los años de estudio se tomaron datos del peso del lomo y de la grasa renal. Se han analizado el peso canal y el rendimiento a la canal, así como el efecto que en dichos valores pueden tener el año, la ganadería, la duración del cebo y el peso vivo al sacrificio, mediante un modelo en el que se incluían los dos primeros factores como efectos fijos y el último como covariable, empleando el procedimiento GLM de Statgraphics, y se ha utilizado también análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha obtenido un rendimiento a la canal sin oreo del 56 $\pm$ 2%, y se ha mostrado significativo el efecto del año, de forma que se encuentran diferencias significativas en cada uno de los años del estudio (como se recoge en la tabla 1). El rendimiento a la canal tras oreo es 54 $\pm$ 2%, existiendo un 2 $\pm$ 0,2% de pérdidas por oreo. No es un rendimiento elevado; así, Cerdeño y col. (1999) dan valores entre el 62,4 y el 63% para teneros cruzados de Parda Alpina y Limusín; sin embargo, también las pérdidas por oreo son menores en morucha que en caso citado, en que oscilan entre un 2,9 y un 5%. No obstante, Lavín y col. (1999) aportan datos similares a los obtenidos en este trabajo para teneros de raza Parda Alpina: 55, 09 $\pm$ 0,763 % tras oreo para terneros cebados de forma intensiva, y que alcanzaron pesos medios al sacrificio entre 400 y 413 kg.

No han resultado significativos los efectos de la ganadería (aunque existen diferencias entre algunas ganaderías) y del peso vivo al sacrificio sobre el rendimiento a la canal sin oreo; así pues, las diferencias que existen en dicho peso en los distintos años no se pueden considerar la causa de las diferencias en el rendimiento. El manejo, en el que se incluye la alimentación, puede ser una de las causas que expliquen la variación del rendimiento a la canal.

Tabla 1: Diferencias en el rendimiento a la canal sin oreo y en el peso vivo al sacrificio en los diferentes años de estudio

Año	n	Rendimiento (%)
1	62	55,00 ± 2,05 [a]
2	39	57,30 ± 1,81 [b]
3	40	55,98 ± 1,35 [c]

Medias con distinto superíndice difieren significativamente (P<0,01).

El peso canal medio fue de 242 ± 28 kg. El efecto año se ha mostrado significativo (P<0,01), y como cabía esperar también lo es el peso al sacrificio (P<0,0001). Otra forma de expresar el rendimiento a la canal es mediante una relación lineal simple que relacione el peso canal y el peso vivo, y en este caso se ha encontrado una ecuación de regresión con un alto coeficiente de determinación:

$$\text{Peso canal (kg)} = -28{,}2553 + 0{,}6252 \cdot \text{Peso vivo al sacrificio (kg)} \quad (R^2 = 91{,}93\ \%)$$

En la tabla 2 se recogen los valores de ambos parámetros en los distintos años del estudio. Son pesos canal similares a los que Lavín y col. (1999) aportan para terneros de raza Parda, Limusín y cruzados.

Tabla 2: Peso vivo al sacrificio y peso de la canal sin oreo por años

Año	Peso al sacrificio (kg)	Peso canal (kg)
1	403 ± 19 [a]	222 ± 13 [a]
2	462 ± 34 [b]	265 ± 19 [b]
3	447 ± 51 [b]	251 ± 31 [c]

Medias con distinto superíndice en cada columna difieren significativamente (P<0,01).

Tras el despiece, se obtuvo un peso medio del lomo de 9,1 ± 1,4 kg, y un peso de la grasa renal de 3,0 ± 0,9 kg. Se ha encontrado una relación de regresión entre el peso del lomo y el peso canal con un coeficiente de determinación alto, pero no ocurre lo mismo con el peso de la grasa, cuya relación con el peso canal es mucho más débil:

$$\text{Peso lomo (kg)} = 0{,}246 + 0{,}035 \cdot \text{Peso canal (kg)} \quad (R^2 = 60{,}59\%)$$
$$\text{Peso grasa (kg)} = -0{,}468 + 0{,}014 \cdot \text{Peso canal (kg)} \quad (R^2 = 20{,}59\%)$$

Los valores obtenidos para el peso del lomo, una de las piezas de mayor valor económico de la canal, son similares a las que Carballo y col. (2000) dan para terneros machos de raza rubia gallega engordados en cebadero hasta pesos similares a los aquí obtenidos (9,22 kg), si bien éstos son alcanzados con edades inferiores. La grasa renal se encuentra en una alta proporción; presenta valores

similares a la que Dios y col. (2000) aportan para el conjunto de riñón y grasa renal en hembras de raza rubia gallega pura y cruzadas con frisón. Son valores superiores a los de grasa pélvica-renal que Albertí (1993) recoge para terneros pardos y pirenaicos, incluso con pesos superiores a los del presente trabajo. Estos datos confirman la precocidad de la raza morucha en la deposición de grasa.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Morucha Selecta la colaboración prestada en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTÍ, (1993), "Empleo de forrajes y subproductos agrarios en el cebo de terneros", en G. López de Torre (coord.), *Vacuno de carne en extensivo*, pp. 287-302. Badajoz: Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Comercio.

ALBERTÍ, P. (1997), "Sistemas de cebo en producción intensiva", en Buxadé, C. (coord.) *Vacuno de carne: aspectos claves*, pp. 316-329. Madrid: Mundi-Prensa.

CARBALLO, J.A.; MONTSERRAT, L.; SÁNCHEZ, L. (2000), "Calidad de la canal de ternero rubio gallego", *Bovis* nº 92, pp. 55-64.

CERDEÑO, A; MANTECÓN, A.R.; GIRÁLDEZ, F.J.; LÓPEZ, J. (1999), "Efecto de la alimentación durante el periodo de acabado de terneros pasteros sobre los parámetros productivos y las características de la canal", *ITEA* vol. extra 20, pp. 574-576.

DIOS, A.; VARELA, A.; MONTSERRAT, L.; SÁNCHEZ, L. (2000), "Comportamiento de la raza rubia gallega en el cruzamiento industrial", *Bovis* nº 92, pp. 45-53 .

LAVÍN, P.; LÓPEZ, J.; MARTÍN, C.; SERRANO, E.; MANTECÓN, A.R. (1999), "Crecimiento y características de la canal de terneros producidos en condiciones de explotación en zonas de montaña: efecto del tipo de producto y de la raza", *ITEA* vol. extra 20, pp. 783-785.

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO EN TERNEROS DE RAZA MORUCHA EN CEBO

Soledad Alvarez Sánchez-Arjona. Universidad de Salamanca
Facultad de CC. Agrarias y Ambientales. Filiberto Villalobos 119. 37007 Salamanca

INTRODUCCIÓN

La raza morucha, localizada fundamentalmente en Salamanca, es una de nuestras razas autóctonas de mayor importancia. En los sistemas de producción de ganado morucho generalmente la producción es de terneros que se venden al destete, con edades entre los 6 y los 8 meses y pesos de 200 a 250 kg. El cebo es poco frecuente en las explotaciones de reproductoras, constituyendo uno de los ejemplos de valor añadido que escapa de la zona de dehesa. Se empieza a valorar la calidad indudable que este sistema de explotación, por su genética y su manejo, proporciona a la carne; el mercado también empieza a ser consciente de dicha calidad. La Indicación Geográfica Protegida *Carne de Morucha de Salamanca* certificó 270 toneladas de carne en 1999. Al igual que en otras producciones de la dehesa, es vital para el mantenimiento del sistema que se produzca *calidad*, o más bien que se comercialice la producción teniendo en cuenta el valor de aquello que ya existe.

Sin embargo, y aun siendo conscientes de la limitación cuantitativa que presenta esta raza, que difícilmente puede ser competitiva en valores de conformación, velocidad de crecimiento o índice de conversión, es muy limitado el conocimiento sobre su eficacia productiva, aunque la raza es una importante fuente de variación en los resultados del cebo, como indica Albertí (1997), tanto en las características de crecimiento como en la calidad de la canal y de la carne. El objetivo del presente trabajo es ampliar esta información.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han tomado los pesos de 141 terneros moruchos machos procedentes de 35 ganaderías, que comenzaron el cebo con un peso de 222 $\pm$ 37 kg y se han cebado en tres lotes diferentes, correspondientes a años distintos. En el tercer año, además del inicio del cebo, los animales se pesaron en cuatro ocasiones, cada 6 semanas desde el inicio del cebo. El cebo duró entre 6 y 8 meses. Se ha analizado el efecto que distintos factores pueden tener sobre la velocidad de crecimiento y el peso al sacrificio. Se han analizado la velocidad de crecimiento y el peso final, así como el efecto del año, la ganadería, la edad inicial, el peso inicial y la duración del cebo, mediante un modelo en el que se incluían los tres primeros factores como efectos fijos y los dos últimos como covariables, empleando el procedimiento GLM de Statgraphics.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La velocidad media de crecimiento diario fue de 1131$\pm$ 141 g, disminuyendo significativamente a medida que aumentaban el peso inicial ($P<0,05$) y la duración del cebo ($P<0,0001$). Analizando las velocidades de crecimiento parciales se observa en algunos casos influencia significativa del peso inicial, siempre en el mismo sentido: la ganancia media diaria disminuye al aumentar el peso inicial. Tanto la edad como el peso al inicio del periodo de cebo entran dentro de los

valores habituales en los sistemas de explotación del suroeste español (López de Torre y col., 1993; Daza, 1997).

Se han encontrado diferencias significativas en la velocidad de crecimiento entre uno de los años del estudio y los otros dos. Estas diferencias pueden deberse al manejo, sobre todo de la alimentación, y también al hecho de tener diferentes pesos iniciales y al sacrificio, así como distinta duración del cebo. Así mismo, es significativo el efecto *ganadería*.

En los casos en los que se dispone de información (dos de los tres años analizados), se encuentran diferencias significativas en la velocidad de crecimiento según la edad al principio del cebo, que se recogen en la tabla 2.

Tabla 1: Significación estadística de los efectos estudiados sobre la velocidad de crecimiento (GMD) y el peso al sacrificio (PVS)

	Año	Ganadería	Edad	Peso inicial	Duración cebo
GMD	*	***	***	+	***
PVS	*	***	***	***	**

+: P<0,1; *P<0,05; **P<0,01;***P<0,0001

Tabla 2: Efecto de la edad inicial en la velocidad de crecimiento

Edad (meses)	GMD (g/día)
6	975 [a]
7	1141 [b]
8	1086 [ab]
9	1123 [ab]
10	1164 [b]
11	510 [c]

Medias con distinto superíndice difieren sigificativamente (P<0,05).

Se ha analizado también la evolución de la velocidad de crecimiento a lo largo del periodo de cebo, para los terneros cebados el último año. Se exponen en la tabla 3, junto con el peso medio que se alcanzó al final de cada uno de los periodos analizados. Por otra parte, se ha analizado la influencia del peso inicial en los pesos intermedios, y en todos los casos tiene influencia significativa (P<0,05 e inferiores), y dichos pesos aumentan al incrementarse el peso inicial.

Tabla 3: Velocidad parciales de crecimiento (GMD) y pesos alcanzados al fin de cada uno de los periodos analizados

Periodo de cebo	GMD (g/día)	Peso (kg)
Días 0-42	1149 ± 467 [a]	264 ± 32
Días 43-84	1159 ± 316 [ab]	312 ± 34
Días 85-126	1317 ± 310 [b]	368 ± 33
Días 127-169	1171 ± 328 [ab]	418 ± 34
Día 169-sacrificio	706 ± 392 [c]	462 ± 34

Medias con distinto superíndice difieren significativamente (P<0,05)

El análisis de los valores parciales de la velocidad de crecimiento puede permitir pensar que dado que a partir de 400 kg de peso vivo la ganancia diaria de peso se reduce notablemente, se justificaría, si el mercado lo acepta, que el sacrificio se realice con pesos inferiores a los que se utilizan en este caso, más cercanos a los que se obtienen como media general. Si bien la evolución de la

velocidad de crecimiento es la que cabe esperar, es en el último tramo cuando se acentúa la reducción.

Los valores de velocidad de crecimiento obtenidos son similares a los que aportan Albertí y col. (1997), que señalan 1,221 ± 0,1975 kg/d para terneros moruchos que se ceban desde 262 kg hasta 458kg, y que son inferiores a los que los mismos autores obtienen en retinta (1,467 ± 0,2018 kg/d) y avileña (1,360 ± 0,1975 kg/d) para el mismo intervalo de peso y en las mismas condiciones. Las tres razas de la España seca, asociadas sobre todo a la zona de dehesa y caracterizadas por su alta rusticidad, tienen una velocidad de crecimiento inferior a otras razas autóctonas españolas y en general peores aptitudes para el cebo que otras razas autóctonas, sobre todo en engrasamiento y conformación. Así, Sánchez y Monserrat (2000) aportan los siguientes datos para rubia gallega durante el cebo: 1,502 kg/d en terneros destetados a los 6 meses y 1,637 kg/d para destetes a los 8 meses. Albertí (1997) da un valor elevado para la raza pirenaica (1,698 kg/d). Lavín y col. (1999) obtienen un valor de 1,336 kg/d para terneros de raza parda y 1,464 kg/para terneros limusín, en ambos casos alimentados con pienso y paja *ad libitum*, aunque con pesos vivos al sacrificio de 400 kg, menores que los que se alcanzan en nuestro caso.

El peso medio al sacrificio fue de 432 ± 43 kg de media, y aumentó significativamente a medida que aumentaba el peso vivo inicial (tabla 1). Por otra parte, se ha encontrado una relación significativa ($P<0,001$) entre la duración del cebo y el peso inicial, como cabe esperar, de manera que por cada kilogramo que éste aumenta el cebo se acorta en casi medio día. No hay diferencias significativas en el peso al sacrificio en función de la edad al inicio del cebo, lo que por otra parte es una consecuencia lógica del manejo, ya que se espera que los animales lleguen al peso demandado para su venta.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno de Raza Morucha Selecta la colaboración prestada en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTÍ, P. (1997), "Sistemas de cebo en producción intensiva", en Buxadé, C. (coord.) *Vacuno de carne: aspectos claves*, pp. 316-329. Madrid: Mundi-Prensa.

DAZA, A (1997), "Sistemas de producción de vacuno de carne en zonas de dehesa", en Buxadé, C. (coord.) *Vacuno de carne: aspectos claves*, pp. 191-211. Madrid: Mundi-Prensa.

LAVÍN, P.; LÓPEZ, J.; MARTÍN, C.; SERRANO, E.; MANTECÓN, A.R. (1999), "Crecimiento y características de la canal de terneros producidos en condiciones de explotación en zonas de montaña: efecto del tipo de producto y de la raza", *ITEA* vol. extra 20, pp. 783-785.

LÓPEZ DE TORRE, G.; VASCO PÉREZ, P.; GARCÍA BARRETO, L.J. (1993), "Cebo de terneros en el suroeste español", *Vacuno de carne en extensivo*, pp. 257-284. Badajoz: Junta de Extremadura.

SÁNCHEZ, L.; MONSERRAT, L. (2000), "Producción intensiva de carne con raza rubia gallega", *Bovis* nº 92, pp. 35-44.

EFECTO DEL MOMENTO DE DESTETE Y DEL PESO AL SACRIFICIO SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE EN TERNEROS DE RAZA PARDA

A. Cerdeño, J. López, A. Gómez, E. Serrano y A.R. Mantecón
Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo. 788. 24080 León

INTRODUCCIÓN

El peso al sacrificio de los terneros y la alimentación durante el periodo de crecimiento-cebo pueden afectar a la composición corporal de los animales (Fluharty, 2000; Owens, 1995) y, por tanto, producir variaciones en la calidad de la canal y de la carne obtenidas.

El objetivo del presente trabajo es el estudio de las características de la canal y de la carne resultantes de tres grupos de terneros de raza Parda sometidos a lactancia natural o artificial y sacrificados a dos pesos diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 18 animales machos de raza Parda, divididos en tres grupos, de 6 animales cada uno, definidos por:

Grupo 220A: destete temprano y pienso concentrado y paja de cebada, ambos a voluntad hasta el sacrificio a los 220 kg de peso canal.

Grupo 300A: destete temprano y pienso concentrado y paja de cebada, ambos a voluntad hasta el sacrificio a los 300 kg de peso canal.

Grupo 220N: lactancia natural hasta los siete meses, teniendo en todo momento pienso concentrado y paja de cebada, ambos a voluntad, hasta el sacrificio a los 220 kg de peso canal. Todos los animales se pesaron cada 15 días.

Una vez sacrificados, se tomó el peso de canal caliente y, tras 24 horas de oreo en cámara frigorífica, se pesó la canal fría, se calcularon las pérdidas de oreo y se clasificaron las canales en cuanto a conformación y engrasamiento, de acuerdo con la normativa europea (UE, 1991). Asimismo se tomaron las siguientes medidas de la canal: longitud de canal, longitud de pierna, diámetro de pierna, perímetro de pierna y profundidad de pecho. Se calculó el índice de compacidad de la canal dividiendo el peso de la canal fría entre la longitud de la misma (kg/cm). El espesor de la grasa subcutánea dorsal se midió con un calibre a nivel de la sexta costilla.

Para conocer la composión tisular se procedió a la extracción y posterior disección de la sexta costilla de la media canal izquierda, separándose las fracciones de: hueso, músculo, grasa subcutánea, grasa intermuscular y otros. También se midió el área del músculo *longissimus thoracis* sobre la sección de la séptima costilla empleando un planímetro Area Meter® MK2. El músculo *longissimus thoracis* de la séptima costilla se picó y liofilizó para llevar a cabo los análisis de: cenizas, proteína bruta y grasa bruta; siguiendo los métodos de la AOAC (1990). La energía bruta se obtuvo por combustión de la muestra en una bomba calorimétrica adiabática.

Los resultados se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 1989), comparando el efecto "cría" (220A *vs.* 220N) y el efecto "peso de sacrificio" (300A *vs.* 220A) por separado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ritmo de crecimiento de los terneros no se vió afectado ($p>0,05$) ni por efecto del peso de sacrificio ni por el momento de destete, siendo el valor medio de 1,24±0,044 kg/día. El peso vivo, como cabe esperar dado el planteamiento experimental, fue significativamente mayor en el grupo 300A (472,8±14,38 kg), no encontrándose diferencias significativas ($p>0,05$) por efecto del momento de destete (220A:400,6±6,81 kg, 220N: 407,0±6,23 kg). En el peso vivo vacío, las diferencias

entre los grupos 220A y 220N fueron estadísticamente significativas ($p<0,05$; 220A: 358,4±5,99 kg, 220N: 375,0±4,14 kg). En el grupo 300A el peso vivo vacío fue de 437,5±12,97 kg, acentuándose las diferencias ($p<0,001$) respecto al grupo 220A ($p<0,001$).

El peso de la canal caliente (Tabla 1) aumentó con el peso al sacrificio, y asimismo fue ligeramente superior ($p<0,10$) en los animales con destete tardío, debido al mayor peso vivo vacío observado. El rendimiento a la canal (peso canal caliente/peso vivo vacío) no presentó diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($p>0,05$) en ninguno de los casos, con un valor medio de 61,8±0,467 %. Las pérdidas por oreo tampoco presentaron diferencias significativas ($p>0,05$), con un valor medio de 2,06±0,186 %.

La conformación de las canales mejoró ($p<0,01$) con el aumento del peso al sacrificio (R+ en el grupo 300A frente a O+ en el grupo 220N), pero no varió de forma significativa ($p>0,05$) con el tipo de cría recibido. La clasificación por engrasamiento de las canales fue mayor ($p<0,05$) en el grupo 300A frente al 220A. Las canales de los animales con lactancia natural resultaron significativamente más engrasadas que las de los terneros de lactancia artificial ($p<0,05$). Este efecto podría ser debido a un mayor ritmo de crecimiento de los animales con lactancia natural en los meses previos al sacrificio, aunque este aumento no se ve reflejado en el ritmo de crecimiento para el periodo total, favoreciendo una mayor deposición grasa en estos animales. El mismo comportamiento se observa en el caso del espesor de grasa subcutánea a nivel dorsal, aunque en este caso las diferencias entre grupos no son tan acusadas ($p<0,10$).

La longitud de la canal y de la pierna no variaron de forma significativa ($p>0,05$) por efecto del peso al sacrificio o del momento de destete. Para el resto de medidas lineales de la canal (diámetro y longitud de pierna y profundidad de pecho) sólo se encontraron diferencias significativas debido al peso de sacrificio, siendo mayores en las canales de mayor peso al sacrificio. El índice de compacidad también es mayor ($p<0,001$) en los animales sacrificados con mayor peso y muestra una tendencia ($p<0,10$) a ser mayor en los animales sometidos a destete tardío.

Tabla 1. Peso de canal caliente, conformación, engrasamiento y medidas objetivas de conformación de las canales de los grupos experimentales.

	Grupo 300A	Grupo 220A	Grupo 220N	Efto. peso	Efto. cría
Peso canal caliente *(kg)*	276,6 ± 6,87	219,6 ± 3,90	229,5 ± 2,86	***	+
Conformación[§]	9,2 ± 0,40 (R+)	6,2 ± 0,75 (O+)	7,7 ± 0,56 (R)	**	n.s.
Engrasamiento[‡]	2,2 ± 0,17	1,3 ± 0,21	2,2 ± 0,31	*	*
Espesor de grasa dorsal *(mm)*	9,7 ± 1,61	6,0 ± 0,73	9,7 ± 1,86	+	+
Longitud de canal *(cm)*	124,3 ± 1,74	121,5 ± 1,02	119,4 ± 0,66	n.s.	n.s.
Longitud de pierna *(cm)*	81,2 ± 1,94	78,5 ± 0,37	79,9 ± 1,17	n.s.	n.s.
Diámetro de pierna *(cm)*	26,1 ± 0,27	23,8 ± 0,42	24,6 ± 0,51	***	n.s.
Perímetro de pierna *(cm)*	112,9 ± 1,16	105,8 ± 0,76	106,0 ± 1,15	***	n.s.
Profund. de pecho *(cm)*	39,9 ± 0,45	38,1 ± 0,51	37,8 ± 0,38	*	n.s.
Ind. compacidad *(kg/cm)*	2,2 ± 0,03	1,8 ± 0,04	1,9 ± 0,03	***	+

Nivel de significación: n.s. ($p>0,10$); + ($p<0,10$);* ($p<0,05$); ** ($p<0,01$); *** ($p<0,001$)
[§]Conformación: 15=E+, ..., 1=P-. [‡]Engrasamiento: 5=muy grasa, ..., 1=no grasa.

La disección de la costilla en sus componentes tisulares (Tabla 2) pone de manifiesto la falta de diferencias significativas en el porcentaje de hueso en ambos efectos estudiados, mientras que la proporción de músculo varía sólo por efecto de la lactancia natural, siendo menor en estos animales. Este menor porcentaje de músculo se corresponde con una mayor proporción de grasa, tanto subcutánea como intermuscular ($p<0,05$) en este grupo, acorde con el mayor engrasamiento observado en la canal. El porcentaje de ambos tipos de grasa es, asimismo, superior en los animales sacrificados a un mayor peso vivo.

El área del músculo *longissimus thoracis* aumenta de forma significativa ($p<0,01$) con el aumento del peso al sacrificio, mientras que no varía debido al tipo de destete.

Tabla 2. Disección de la sexta costilla en sus componentes tisulares y área del M. *longissimus thoracis* en los grupos experimentales.

	Grupo 300A	Grupo 220A	Grupo 220N	Efto. peso	Efto. cría
Peso 6ª costilla (*g*)	1775,7 ± 67,82	1404,5 ± 67,83	1351,8 ± 58,07	**	n.s.
Hueso (%)	19,0 ± 1,29	22,5 ± 1,82	21,0 ± 1,81	n.s.	n.s.
Músculo (%)	66,1 ± 2,10	65,8 ± 1,61	62,3 ± 1,06	n.s.	+
Grasa subcutánea (%)	3,3 ± 0,54	1,7 ± 0,51	3,8 ± 0,69	+	*
Grasa intermuscular (%)	9,9 ± 0,75	7,4 ± 0,56	10,8 ± 0,93	*	*
Otros (%)	1,6 ± 0,11	2,6 ± 0,32	2,1 ± 0,24	*	n.s.
Area LT (cm^2)	55,0 ± 1,93	43,8 ± 2,15	42,7 ± 0,84	**	n.s.

Nivel de significación: n.s. ($p>0,10$); + ($p<0,10$); * ($p<0,05$); ** ($p<0,01$)

La composición química del músculo *longissimus thoracis* (ver tabla 3) no presenta diferencias estadísticamente significativas entre grupos en lo referente a materia seca, cenizas y proteína bruta. El porcentaje de grasa muestra un patrón similar al encontrado en el resto de medidas de engrasamiento, apareciendo una tendencia ($p<0,10$) a ser mayor en el grupo de mayor peso de la canal y en el grupo de lactancia natural. De acuerdo con este aumento en la composición de grasa, el contenido en energía bruta aumenta en estos mismos grupos.

Tabla 3. Composición química del M. *longissimus thoracis* de los grupos experimentales.

	Grupo 300A	Grupo 220A	Grupo 220N	Efto. peso	Efto. cría
Materia seca *(MS, %)*	26,6 ± 0,60	26,6 ± 0,37	26,3 ± 0,51	n.s.	n.s.
Cenizas *(%MS)*	4,6 ± 0,13	4,3 ± 0,19	4,2 ± 0,05	n.s.	n.s.
Proteína bruta *(%MS)*	88,1 ± 1,23	91,2 ± 1,11	89,8 ± 0,79	n.s.	n.s.
Grasa *(%MS)*	9,3 ± 1,17	5,2 ± 0,83	7,8 ± 0,65	+	+
Energía bruta *(Mcal/kg MS)*	5,6 ± 0,04	5,2 ± 0,03	5,6 ± 0,03	***	***

Nivel de significación: n.s. ($p>0,10$); + ($p<0,10$); *** ($p<0,001$)

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del proyecto PETRI 95-0305-OP y de la Beca de Investigación de A. Cerdeño, financiada por la Junta de Castilla y León.

BIBLIOGRAFÍA

Fluharty, F.L., Loerch, S.C., Turner, T.B., Moeller, S.J., Lowe, G.D. (2000). *J. Anim. Sci.*, 78, 1759-1767.

Owens, F.N., Gill, D.R., Secrist, D.S., Coleman, S.W. (1995). *J. Anim. Sci.*, 73, 3152-3172.

SAS (1989). SAS/STAT Program. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

RENDIMIENTOS DE TRES RAZAS BOVINAS (ASTURIANA DE LOS VALLES, PARDA Y LIMUSIN) PARA LA PRODUCCIÓN DE BUEYES

A.R. Mantecón, J. López, A. Cerdeño, C. Vieira y C. Diaz-Sierra
Estación Agrícola Experimental, CSIC. Apartado 788. 24080 León.

INTRODUCCIÓN

La producción de bueyes puede ser una alternativas a las actuales producciones de ganado vacuno de carne de las zonas de montaña, al tratarse de un producto de alta calidad, diferenciado de los existentes en el mercado y por basar gran parte de su alimentación en el aprovechamiento de los recursos vegetales mediante pastoreo.

Entre los múltiples factores que pueden afectar al rendimiento productivo y características de la canal de bueyes se encuentra la raza o genotipo animal. En la montaña leonesa los genotipos mayoritarios en los sistemas de producción de vacuno de carne son la raza Parda, en sus variedades de producción lechera (brown) o cárnica (tronco europeo), la raza Limusín y la raza Asturiana de los Valles (Serrano et al., 1999).

El objetivo de este trabajo es estudiar las diferencias en el rendimiento productivo y características de la canal de bueyes de las tres razas mencionadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 24 animales, 6 de cada genotipo (Asturiana de los Valles – en adelante Asturiana-, Limusín, Pardo-Tronco Europeo y Pardo-Brown).

Los terneros fueron adquiridos de explotaciones ganaderas privadas, en octubre de 1997, y alojados en la Finca de Almazcara (León) de la Excma. Diputación Provincial de León, donde permanecieron en un lote único hasta su sacrificio en septiembre de 2000. Los animales fueron castrados en las dos primeras semanas de estancia.

El lote de animales fue mantenido en estabulación libre (patio y cubierta) y, durante los tres años de duración del ensayo el manejo alimenticio consistió, durante los meses de octubre a mayo, en la administración "ad libitum" de forraje (heno de hierba y ensilado de maíz o de veza-avena) y 3 kg/animal de pienso concentrado. Durante el periodo de junio a septiembre los animales permanecían en pastoreo durante 10 horas diarias en una pradera, de regadío, sembrada y recibían como suplemento diario ensilado de veza-avena (5 kg/animal, aproximadamente) y 3 kg de pienso concentrado. En los últimos 7 meses, periodo de acabado, los animales recibieron, además del forraje, un suplemento de 10 kg/animal y día de pienso concentrado.

Los animales fueron pesados dos veces al año (mayo y octubre) para estimar, mediante regresión, la ganancia diaria de peso. En el momento del sacrificio se recogieron los datos siguientes: peso vivo, peso de las partes de la fracción "no canal" (cuernos, patas, orejas, cabeza, piel, aparato digestivo lleno, higado, pulmón, corazón, riñones y grasa pélvico-renal), peso de la canal caliente y recortes de la canal de acuerdo con la normativa europea. Las canales fueron clasificadas por su conformación de acuerdo con el sistema EUROP y el engrasamiento en una escala de 1 a 5 puntos. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los valores medios de edad y peso de los animales al inicio del ensayo (octubre 1997), la ganancia media diaria y la edad y peso al sacrificio.

Tabla 1. Valores medios de edad y peso de cada una de las razas bovinas.

	Asturiana	Limusín	Parda	Nivel de Significación
Edad inicial (meses)	7,5±0,35[a]	9,5±0,43[b]	7,0±0,46[a]	**
Peso vivo inicial (kg)	223,2±14,48	261,5±11,29	260,8±14,67	ns
Ganancia media diaria (g)	612,9±23,62[a]	655,3±30,85[ab]	704,6±23,38[b]	*
Peso al sacrificio (kg)	826,9±30,54[a]	909,8±29,89[ab]	941,1±27,44[b]	*
Edad al sacrificio (meses)	42,2±0,40[a]	44,0±0,47[b]	41,6±0,46[a]	**

*=p<0,05, **= p<0,01, ns= p>0,10.

Dado que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos de raza Parda (Tronco Europeo y Brown), en ninguno de los parámetros considerados en este trabajo, se presentan los resultados correspondientes al total de animales (n=12) de raza Parda. La edad inicial y, en consecuencia la edad al sacrificio, fueron significativamente (p<0,01) mayores en los animales de raza Limusín, que en las otras dos, entre las cuales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.
A pesar de las diferencias en edad inicial, no se encontraron diferencias significativas (p>0,05) en el peso inicial de los animales, posiblemente debido a la gran variabilidad dentro de cada grupo. La ganancia diaria de peso y, en consecuencia, el peso al sacrificio fueron significativamente mayores (p<0,05) en los animales de raza Parda que en los de raza Asturiana, encontrándose la raza Limusín en una posición intermedia y no significativamente distinta de las otras dos.
En la tabla 2 se indican los valores medios de la canal y de los componentes de la "no canal", para las tres razas bovinas estudiadas.
El peso a la canal en la raza Asturiana fue significativamente menor (p<0,05) que en las otras dos, entre las cuales las diferencias no fueron estadísticamente significativas. El rendimiento a la canal (peso de la canal caliente/peso vivo) fue significativamente mayor (p<0,001) en la raza Limusin que en las otras dos, entre las cuales las diferencias no fueron estadísticamente significativas. En la clasificación subjetiva de la conformación de las canales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres razas estudiadas. Sin embargo, las diferencias en el valor subjetivo de engrasamiento de las canales fueron estadísticamente significativas entre las tres razas, correspondiendo el menor valor a la raza Asturiana y el mayor a la raza Parda, situandose la raza Limusín en una posición intermedia.
En cuanto a las partes incluidas en la fracción "no canal", cuando el peso de estas se expresan en términos absolutos las diferencias encontradas entre razas fueron estadísticamente significativas en todas las partes consideradas, siendo, en general, mayor el valor encontrado en los animales de raza Parda. Cuando el peso de la cabeza, la piel y los riñones se expresan como porcentaje del peso al sacrificio del animal, las diferencias entre razas no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, cuando las fracciones: cuernos+patas+cabeza, tracto digestivo e hígado+pulmón+corazón, se expresan como porcentaje del peso al sacrificio del animal los valores correspondientes a la raza Limusín fueron significativamente menores a los observados en las otras dos razas, entre las cuales las diferencias no fueron estadísticamente significativas. El peso de los depósitos de grasa pélvico renal, tanto en términos absolutos como en porcentaje del peso al sacrificio, fue significativamente mayor en la raza Parda que en las otras dos, entre las cuales las diferencias no fueron estadísticamente significativas. El tipo de canal

considerada ha sido la presentación europea, lo cual obliga a realizar la retirada de partes de la canal, que en este trabajo se han denominado "recortes" y cuyo valor fue superior, tanto en términos absolutos como relativos, en la raza Parda que en las otras dos razas estudiadas.

Tabla 2. Valores medios de la canal y del peso de las partes de la fracción "no canal" de cada una de las razas bovinas.

	Asturiana	Limusín	Parda	Nivel de Significación
Peso de la canal caliente (kg)	499,3±21,57^a	590,6±18,84^b	557,5±15,22^b	*
Rendimiento a la canal[1]	60,3±0,70^a	64,9±0,34^b	59,3±0,54^a	***
Conformación de la canal[2]	3,2±0,17	3,0±0,11	3,0±0,17	ns
Engrasamiento (escala 1-5)	2,7±0,49^a	4,2±0,40^b	4,8±0,12^c	***
Cuernos+patas+orejas (kg)	19,8±0,57^a	18,7±0,53^a	21,9±0,56^b	**
% peso vivo	2,4±0,06^a	2,1±0,07^b	2,3±0,04^a	***
Cabeza (kg)	25,5±0,53^a	25,6±1,07^a	28,0±0,77^b	+
% peso vivo	3,1±0,13	2,8±0,11	3,0±0,06	ns
Piel (kg)	48,9±2,03^a	53,9±2,15^b	59,0±2,42^c	*
% peso vivo	5,9±0,16	5,9±0,20	6,3±0,15	ns
Digestivo lleno (kg)	128,0±4,78^a	116,3±4,53^b	141,7±5,60^c	*
% peso vivo	15,5±0,54^a	12,8±0,47^b	15,0±0,32^a	***
Hígado+Pulmón+Corazón (kg)	23,1±1,44^a	22,8±0,91^a	27,4±1,16^b	*
% peso vivo	2,8±0,16^a	2,5±0,12^b	2,9±0,07^a	*
Riñones (kg)	1,2±0,10^a	1,2±0,05^a	1,4±0,04^b	*
% peso vivo	0,1±0,01	0,1±0,01	0,1±0,01	ns
Grasa pélvico-renal (kg)	8,9±0,72^a	8,7±0,42^a	11,9±0,65^b	**
% peso vivo	1,1±0,06^a	0,9±0,04^a	1,3±0,06^b	**
Recortes de la canal (kg)	36,3±1,91^a	34,9±2,32^a	53,4±2,62^b	***
% peso vivo	5,5±0,17^a	4,8±0,13^b	7,0±0,58^c	***

ns= p>0,10, += p<0,10, *= p<0,05, **= p<0,01, ***= p<0,001.
[1](peso canal caliente/peso vivo)*100.
[2] O=2, R=3, U=4

Las diferencias encontradas entre razas en los parámetros de rendimiento productivo (peso de canal, rendimiento a la canal, etc.) han de ser tenidos en cuenta junto con los valores del despiece comercial de las canales y la calidad de la carne obtenida, antes de tomar una decisión sobre la raza más adecuada para la producción de bueyes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del Contrato de Investigación entre el CSIC, la empresa NEAL, S.A. y la Excma. Diputación Provincial de León.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Serrano, E., Lavín, P., Martín, C., López, J. y Mantecón, A.R. (1999). *ITEA*, Volumen Extra 20, 744-746.

SAS (1989). *SAS/STAT User's Guide Int.* (Version 6, 4th ed.). SAS Institute Inc. Cary. NC.

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE BUEYES DE LAS RAZAS: ASTURIANA DE LOS VALLES, LIMUSIN Y PARDA.

A.R. Mantecón, A. Cerdeño, J. López, F.J. Giráldez y R.S. Martínez-Rollón
Estación Agrícola Experimental, CSIC. Apartado 788. 24080 León.

INTRODUCCIÓN

Han sido puestas de manifiesto diferencias en las características de la canal de distintas razas de ganado vacuno (Albertí et al., 1995) de animales sacrificados como terneros-novillos. Es posible que las diferencias indicadas en las características de la canal también se manifiesten en animales castrados con edades de 3-4 años (bueyes).
El objetivo de este trabajo ha sido el estudio de las caracteristicas de la canal de bueyes de las tres razas más importantes (Asturiana de los Valles, Limusin y Parda) en los sistemas de producción de ganado vacuno de carne de la montaña de León.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 24 animales, 6 de cada genotipo (Asturiana de los Valles – en adelante Asturiana-, Limusín, Pardo-Tronco Europeo y Pardo-Brown).
La información relativa al manejo de los animales se describe en un trabajo previo recogido en esta misma publicación (Mantecón et al. 2001).
Una vez sacrificados los animales y tras 24 horas de oreo a 4ºC se tomaron las siguientes medidas de cada canal: peso de la canal fría, longitud de la canal, longitud de la pierna, perímetro de la pierna, profundidad del pecho, profundidad del flanco, diámetro de la pierna, índice de compacidad (peso de la canal/longitud de la canal) y espesor de la grasa dorsal a nivel de la 6ª costilla. Tambien se tomaron las medidas de los parámetros colorimétricos: luminosidad (L*), índice de rojo (a*), e índice de amarillo (b*) del músculo *Cutaneus trunci* a nivel de 4ª-7ª costilla, así como de la grasa subcutánea sobre la 5ª-8ª vértebra torácica, utilizando para ello un espectrocolorímetro Minolta CM-2002.
En la media canal izquierda fue realizado el despiece comercial, obteniendose las siguientes partes: solomillo, lomo, aguja, babilla, cadera (incluído tapilla y rabillo de cadera), contra (incluido redondo y culata de contra), tapa, brazuelo (incluido pez, llana y espaldilla), morcillo delantero, morcillo trasero, falda, pecho, huesos+sebos y lardeo.
Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1989). Dado que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos de raza Parda (Tronco Europeo y Brown), en ninguno de los parámetros considerados en este trabajo, se presentan los resultados correspondientes al total de animales (n=12) de raza Parda.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los datos de peso de la canal fría, pérdidas por oreo y medidas externas de la canal, así como los parámetros colorimetricos de la carne y de la grasa de la canal.
No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) entre razas ni en las pérdidas por oreo ni en el espesor de la grasa dorsal de las canales. En cuanto a las medidas morfológicas de las canales se encontraron diferencias significativas ($p<0,05$) entre razas, a excepción de la longitud de la canal ($p>0,05$). Tanto la longitud de la pierna como la profundidad del pecho fueron significativamente mayores en la raza Parda, no encontrandose diferencias estadisticamente significativas entre las otras dos

razas. Tanto el perímetro como el diámetro de la pierna fueron significativamente mayores en la raza Limusín que en las otras dos.

En cuanto a la coloración de la carne a nivel del músculo subcutáneo, únicamente se encontraron diferencias significativas en el índice de rojo (a*) con un menor valor en la raza Limusín. En lo que respecta a la grasa, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre razas en la luminosidad (L*) y en el índice de amarillo (b*). La raza Asturiana presentó el mayor valor de luminosidad, no existiendo diferencias significativas entre las otras dos razas. El índice de amarillo fue diferente entre las tres razas, correspondiendo el mayor valor a la raza Asturiana y el menor a la raza Limusín.

Tabla 1. Características de la canal de las tres razas bovinas.

	Asturiana	Limusín	Parda	Nivel de Significación
Peso de la canal fría (kg)	493,1±20,03^{a}	581,2±16,53^{b}	551,3±15,19^{b}	*
Pérdidas de oreo (%)	3,2±0,43	4,1±0,75	2,9±0,22	ns
Longitud de la canal (cm)	148,0±2,07	147,2±1,86	152,8±2,23	ns
Longitud de la pierna (cm)	91,1±1,32^{a}	92,4±0,95^{a}	95,6±0,86^{b}	**
Perímetro de la pierna (cm)	133,7±2,22^{a}	140,6±1,40^{b}	136,3±1,26^{a}	*
Profundidad del pecho (cm)	50,7±0,72^{a}	50,2±0,99^{a}	56,3±0,74^{b}	***
Profundidad del flanco (cm)	26,2±0,83^{a}	28,2±0,60^{b}	29,7±0,83^{b}	*
Diámetro de la pierna (cm)	33,5±0,58^{a}	36,3±0,58^{b}	33,0±0,59^{a}	**
Indice de compacidad (kg/cm)	3,3±0,13^{a}	3,9±0,08^{b}	3,6±0,06^{c}	***
Espesor grasa dorsal (mm)	13,5±0,81	19,5±5,21	16,8±0,79	ns
Músculo cutáneo				
L*	38,5±1,36	37,2±1,08	38,9±0,76	ns
a*	14,3±0,57^{a}	12,3±0,56^{b}	15,7±0,44^{a}	***
b*	0,9±0,45	0,2±0,89	2,4±0,70	ns
Grasa dorsal				
L*	66,4±1,02^{a}	61,4±1,67^{b}	62,0±0,91^{b}	*
a*	4,5±0,66	5,0±0,32	5,4±0,37	ns
b*	13,8±0,30^{a}	10,3±0,61^{b}	12,5±0,33^{c}	***

ns= p>0,10, += p<0,10, *= p<0,05, **= p<0,01, ***= p<0,001.

En la tabla 2 se indican los valores del despiece de la canal, tanto en términos absolutos (peso de cada pieza) como expresado en porcentaje de la canal. En las dos piezas de mayor valor comercial -categoría Extra- (solomillo y lomo), únicamente se encuentran diferencias estadísticamente significativas en el peso del lomo, con un menor valor en la raza Asturiana. Para el conjunto de las piezas de 1ª Categoría (aguja, babilla, cadera, contra y tapa) y 2ª Categoría (Brazuelo y Morcillo delantero y trasero)se encontró un mayor valor (p<0,001) en la raza Limusín que en las otras dos, entre las cuales las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Los valores de las piezas de 3ª Categoría (falda y pecho) fueron significativamente menores (p<0,01) en la raza Asturiana que en las otras dos.

La fracción de recortes obtenidos en el despiece de la canal (lardeo) no evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las razas estudiadas. Sin embargo, la fracción de huesos+sebos fue significativamente mayor (p<0,05), tanto en términos absolutos como relativos, en la raza Parda.

Tabla 2. Despiece comercial de la canal de las tres razas bovinas.

	Asturiana	Limusín	Parda	Nivel de Significación
Solomillo (kg)	4,4±0,23	4,6±0,09	4,3±0,21	ns
(% canal)	1,8±0,05	1,6±0,03	1,6±0,10	ns
Lomo (kg)	17,4±1,05^a	21,4±1,18^b	20,3±0,68^b	*
(% canal)	7,0±0,21	7,3±0,25	7,3±0,13	ns
Aguja	25,6±0,79^a	31,9±1,04^b	24,6±0,70^a	***
(% canal)	10,4±0,29^a	10,9±0,40^a	8,9±0,14^b	***
Babilla	11,7±0,70^a	14,4±0,54^b	12,0±0,32^a	**
(% canal)	4,7±0,14^a	4,9±0,22^a	4,3±0,08^b	**
Cadera	12,2±0,95	13,7±0,55	13,0±0,52	ns
(% canal)	4,9±0,22	4,7±0,10	4,7±0,10	ns
Contra	15,7±0,61^a	19,4±0,54^b	16,3±0,42^a	***
(% canal)	6,3±0,11^a	6,6±0,08^a	5,9±0,07^b	***
Tapa	14,0±0,62^a	17,6±0,63^b	14,0±0,26^a	***
(% canal)	5,7±0,13^a	6,0±0,13^b	5,1±0,10^c	***
Brazuelo	19,1±0,81^a	23,4±0,97^b	19,9±0,47^a	**
(% canal)	7,7±0,14^a	8,0±0,27^a	7,2±0,14^b	**
Morcillo Delantero	6,6±0,17^a	8,1±0,24^b	7,3±0,22^a	**
(% canal)	2,7±0,08	2,8±0,14	2,7±0,10	ns
Morcillo Trasero	3,6±0,16	4,0±0,25	3,7±0,11	ns
(% canal)	1,5±0,04	1,3±0,07	1,3±0,04	ns
Falda	22,6±1,68^a	30,3±1,62^b	29,8±1,48^b	*
(% canal)	9,1±0,38^a	10,3±0,46^b	10,7±0,35^b	*
Pecho	11,2±0,81^a	14,2±0,84^b	11,5±0,64^a	*
(% canal)	4,5±0,23	4,8±0,17	4,2±0,22	ns
Huesos+Sebos	73,5±4,01^a	78,0±3,92^a	89,6±3,45^b	*
(% canal)	29,7±1,12^a	26,6±1,04^b	32,3±0,52^c	***
Lardeo	10,2±0,71	11,9±1,11	10,3±0,27	ns
(% canal)	4,1±0,22	4,0±0,30	3,7±0,08	ns

ns= p>0,10, += p<0,10, *= p<0,05, **= p<0,01, ***= p<0,001.

Desde el punto de vista cuantitativo la ventaja de la raza Limusín, en cuanto a kg de piezas comercializables de la canal, puede quedar enmascarada por una menor coloración de la grasa y de la carne y por no encontrarse diferencias en las piezas de categoría Extra.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del Contrato de Investigación entre el CSIC, la empresa NEAL, S.A. y la Excma. Diputación Provincial de León.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albertí, P., Sañudo, C., Santolaria, P., Negueruela, I. (1995). *ITEA*, Volumen Extra, 16, 627-629.

Mantecón, A.R., López, J., Cerdeño, A., Vieira, C., Diaz-Sierra, C. (2001). *ITEA*, Volumen Extra, 22, (en prensa).

SAS (1989). *SAS/STAT User's Guide Int.* (Version 6, 4th ed.). SAS Institute Inc. Cary. NC.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE BUEY DE LAS RAZAS: ASTURIANA DE LOS VALLES, LIMUSIN Y PARDA.

A. Cerdeño, J. López, A. Gómez, E. Serrano y A.R. Mantecón
Estación Agrícola Experimental, CSIC. Apartado 788. 24080 León.

INTRODUCCIÓN

La concepción integral de un sistema de producción de carne de vacuno de alta calidad obliga a tener en cuenta los distintos aspectos del sistema productivo (crecimiento de los animales, índices de conversión, características de la canal, etc.), pero de manera especial las características de la carne obtenida, ya que esta determinará el valor final del producto y la rentabilidad del sistema en su conjunto.

Sin embargo, existe poca información sobre el efecto de la raza en las características de la carne de buey. Por esta razón se ha planteado el presente trabajo, cuyo objetivo es analizar las características de la carne de buey de las tres razas mayoritarias en los sistemas de producción de vacuno de carne de la montaña de León (Asturiana de los Valles, Limusín y Pardo).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 24 animales, 6 de cada genotipo (Asturiana de los Valles – en adelante Asturiana-, Limusín, Pardo-Tronco Europeo y Pardo-Brown). La información relativa al manejo de los animales se describe en una comunicación previa de esta publicación (Mantecón et al.,2001).

Para conocer la composión tisular se procedió a la extracción, tras 24 horas de oreo de la canal a 4ºC, y posterior disección de la sexta costilla de la media canal izquierda, separándose las fracciones siguientes: hueso, músculo, grasa subcutánea, grasa intermuscular y otros.

También se midió el área del músculo *longissimus thoracis* sobre la sección de la séptima costilla empleando un planímetro Area Meter® MK2. El músculo *longissimus thoracis* de la séptima costilla se picó y liofilizó para determinar su contenido de agua, cenizas, proteína bruta y grasa bruta, siguiendo los métodos de la AOAC (1990). La energía bruta se obtuvo por combustión de la muestra en una bomba calorimétrica adiabática.

De la sección del *L. Thoracis* comprendida entre las costillas 7ª y 11ª, se separaron 2 filetes en los que se determinó la capacidad de retención de agua mediante el cálculo de las pérdidas por goteo (Honikel, 1997) y las pérdidas por presión (Vallejo, 1971). El resto de la sección se mantuvo a 4ºC durante 14 días y posteriormente fueron congeladas. Una vez descongeladas, se realizó un análisis sensorial (UNE 87-008-92), con la participación de 8 catadores entrenados que evaluaron el olor, la terneza, la jugosidad, el flavor y la aceptabilidad de las muestras en una escala de 0 a 10.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1989). Dado que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos de raza Parda (Tronco Europeo y Brown), en ninguno de los parámetros considerados en este trabajo, se presentan los resultados correspondientes al total de animales (n=12) de raza Parda.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos de la disección de la chuleta de la sexta costilla se presentan en la tabla 1. De los componentes considerados, únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,001$) en la proporción de músculo, con un menor valor en la raza Parda que en las otras dos, entre las cuales las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Las diferencias en este parámetro, sin embargo, no pueden ser atribuidas al *longissimus thoracis* ya que no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) cuando el peso de este músculo se expresó como porcentaje de la chuleta, a pesar de ser significativamente mayor el valor del área del *longissimus thoracis* en la raza Limusín que en las otras dos.

Tabla 1. Disección de la chuleta de la sexta costilla en sus componentes tisulares y área del M. *longissimus thoracis* (LT) en las tres razas bovinas.

	Asturiana	Limusín	Parda	Nivel de Significación
Peso 6ª costilla (kg)	5,1±0,42	5,1±0,34	5,1±0,23	ns
Hueso (%)	13,4±0,69	11,9±0,91	13,5±0,46	ns
Músculo (%)	62,7±1,26^a	61,3±1,53^a	57,1±0,58^b	***
Grasa subcutánea (%)	5,6±0,43	8,1±1,08	8,4±0,74	ns
Grasa intermuscular (%)	16,7±1,30	17,2±1,09	18,9±0,67	ns
Otros (%)	1,5±0,23	1,5±0,17	2,0±0,37	ns
Area LT (cm^2)	64,7±1,91^a	79,7±5,51^b	69,5±3,15^a	*

ns= $p>0,10$, *= $p<0,05$, ***= $p<0,001$.

Las pérdidas de agua por presión no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) entre razas, con un valor medio de 18,81±1,263%. Sin embargo, las pérdidas de agua por goteo fueron significativamente ($p<0,01$) mayores en la raza Parda (4,27±0,277%) que la raza Limusín (3,15±0,333%) y la raza Asturiana (2,71±0,3111%), entre las cuales las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En la tabla 2 se muestran los valores de composición química del músculo *longissimus thoracis*. Las diferencias entre razas fueron estadísticamente significativas para todos los parámetros de composición considerados.

Tabla 2. Composición química del M. *longissimus thoracis* de las tres razas bovinas.

	Asturiana	Limusín	Parda	Nivel de Significación
Humedad (%)	71,6±0,70^a	73,0±1,12^a	68,6±0,67^b	**
Proteína Bruta (%)	19,0±0,21^a	19,1±0,22^a	17,8±0,22^b	***
Grasa Bruta (%)	6,7±0,86^a	5,4±1,14^a	11,1±0,79^b	***
Cenizas (%)	1,1±0,05^a	1,0±0,02^a	0,9±0,02^b	**
Energía Bruta (Mcal/kg)	1,7±0,07^a	1,6±0,11^a	2,1±0,07^b	***

**= $p<0,01$, ***= $p<0,001$.

Los valores del contenido en agua, proteína bruta y cenizas fueron menores y los de grasa bruta y energía bruta mayores en los animales de raza Parda que en las otras dos razas, entre las cuales las diferencias no fueron estadísticamente significativas.
En la tabla 3 se presentan los valores medios, para cada una de las tres razas, de los parámetros obtenidos del análisis sensorial realizado. En términos generales, las valoraciones se encuentran en torno al valor medio de la escala de puntuación (0 a 10 puntos), lo cual podría ser explicado por ser una carne diferente a la valorada por los catadores en pruebas anteriores.
Debido a la variabilidad existente, tanto entre animales de la misma raza como la inherente a la valoración de cada catador, únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) en el olor y una tendencia a la significación ($p<0,10$) en la jugosidad. Para estos dos parámetros el menor valor encontrado correspondió a la raza Limusín.

Tabla 3.- Parámetros del análisis sensorial del músculo *L. Thoracis* (escala de 0 a 10) para cada una de las razas bovinas.

	Asturiana	Limusín	Parda	Nivel de Significación
Olor	$5,6\pm0,22^{a}$	$5,1\pm0,13^{b}$	$5,7\pm0,08^{a}$	*
Terneza	$5,8\pm0,30$	$5,4\pm0,47$	$5,1\pm0,30$	ns
Jugosidad	$4,7\pm0,18^{ab}$	$4,4\pm0,38^{a}$	$5,2\pm0,22^{b}$	+
Masticabilidad	$4,9\pm0,16$	$4,5\pm0,36$	$4,7\pm0,23$	ns
Flavor	$5,6\pm0,14$	$5,6\pm0,25$	$5,8\pm0,14$	ns
Aceptabilidad	$5,0\pm0,15$	$4,8\pm0,37$	$5,1\pm0,20$	ns

ns= $p>0,10$, += $p<0,10$, *= $p<0,05$

El mayor contenido en grasa del *L. Thoracis* en la raza Parda podría explicar el mayor valor de jugosidad encontrado en esta raza. Es preciso, por último, tener en cuenta que la intensidad de olor y el engrasamiento, los cuales pueden no ser deseables en otros tipos de carne, en el caso de los bueyes constituyen caracteristcias apreciadas y, teniendo en cuenta estos aspectos, los animales de raza Limusín se encontrarían en desventaja frente a las otras dos razas en la producción de bueyes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del Contrato de Investigación entre el CSIC, la empresa NEAL, S.A. y la Excma. Diputación Provincial de León.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (1990). *Association of official Analytical Chemist.* Washington D.C.
HONICKEL, K. O. (1997). *Food Chemistry,* 59, 573-582.
Mantecón, A.R., López, J., Cerdeño, A., Vieira, C., Diaz-Sierra, C. (2001). *ITEA*, Volumen Extra, 22, (en prensa).
SAS (1989). *SAS/STAT User's Guide Int.* (Version 6, 4th ed.). SAS Institute Inc. Cary. NC.
Vallejo, M. (1971). *Anales de la Facultad de Veterinaria*, 6, 262-239.

EFECTO DE LA RAZA, LA CASTRACIÓN Y EL ACABADO EN LOS CRECIMIENTOS, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE AÑOJOS CEBADOS EN PASTOREO

Osoro, K., Martínez, A., García, M.J., Olivan, M. y Castro, P.
SERIDA. Apartado 13. 33300 Villaviciosa. Asturias.

INTRODUCCIÓN

Se trata de cuantificar las diferencias debidas a la raza, a la castración y al acabado en el crecimiento, características de la canal y calidad sensorial de la carne de terneros añojos de la raza Asturiana de los Valles (AV) y Asturiana de la Montaña (AM) manejados en pastoreo en praderas de raigrás y trébol y sacrificados directamente del pasto o tras un periodo de acabado de tres meses. Se presenta la relación de las variables de la canal con la valoración sensorial de la carne por los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la finca experimental de La Mata – Grado, situada a 50 m de altitud y con vegetación de raigrás y trébol se manejaron un total de 22 terneros (10 enteros y 12 castrados) de raza AV y 24 terneros (12 enteros y 12 castrados) de raza AM. Todos ellos eran nacidos en invierno y manejados con sus madres hasta final de setiembre, momento en que fueron destetados y sometidos a cebo extensivo que consistió en:

- Pastoreo de otoño (1/10 a 15/12): hierba de unos 5,4 cm. de altura y suplementación de 1,5 kg de cebada/ternero.

- Invernada (15/12 a 1/3), alimentación restringida e individualizada por ternero: 2,5 kg de pulpa de remolacha; 1,5 kg de concentrado a base de harina de cebada (80%), torta de soja (17%), sales minerales, vitaminas y oligoelementos (3%) y 2 kg de paja de cereal.

- Pastoreo de primavera (1/3 a 26/6) pasto de 9,6 cm de altura media y suplementación de 2 kg de concentrado por ternero a partir de mediados de mayo hasta finales de junio.

- Acabado: los terneros que no fueron sacrificados tras finalizar el pastoreo de primavera se sometieron a un acabado con concentrado a libre disposición y paja de cereal. Este periodo duró tres meses.

La mitad de los terneros de cada raza fueron castrados al finalizar el pastoreo de otoño, antes de iniciar el periodo de invernada. Los animales se distribuyeron en 4 lotes equilibrados con animales de ambas razas y estados fisiológicos. Cada lote tuvo su parcela (repeticiones).

Controles: los animales se pesaron al inicio y final de cada periodo con pesadas intercaladas cada 3 semanas.

Tras el sacrificio en matadero se realizaron los controles que son habituales en estudios de las características de la canal y calidad de la carne. Se tomó el trozo costal comprendido entre la 6ª y la 10ª costilla para la disección de la 6ª costilla, los análisis físico-químicos y la valoración sensorial por los consumidores.

RESULTADOS.

Crecimientos. En el pastoreo de primavera los terneros de raza AV y los enteros obtuvieron crecimientos diarios significativamente ($p<0,01$) mayores (en torno al 15%) que los de raza AM y los castrados (AV: E 1,08 y C 0,93 kg vs AM: E 0,94 y C 0,98 kg). En el periodo de acabado las diferencias debidas a la raza y al estado fisiológico no llegaron a ser significativas.

Características de la canal. La castración, además de las ganancias, redujo significativamente el rendimiento a la canal. La conformación fue significativamente ($p<0,001$) mayor en la raza AV que en la AM y en los enteros frente a los castrados (Tabla 1). El acabado no afectó significativamente a la conformación. No obstante las interacciones raza x estado fisiológico y raza x acabado fueron significativas ($p<0,05$) (Tabla 1).

El nivel de engrasamiento de la canal fue significativamente superior en los castrados que en los enteros, y en los terneros con acabado frente a los sacrificados directamente del pasto. Las canales de los terneros de raza AM mostraron mayores niveles de engrasamiento que los de raza AV, pero las diferencias no llegaron a ser significativas, ni las interacciones (Tabla 1).

En concordancia con el nivel de engrasamiento la disección de la 6ª costilla dio como resultado mayores porcentajes de músculo en los enteros que los castrados, mientras que estos últimos dieron mayores porcentajes de grasa, en especial de grasa intermuscular (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la raza, la castración y el acabado en los parámetros que definen las características de la canal de terneros cebados en extensivo.

	Raza										
	A. Valles				A. Montaña						
ACABADO	Si		No		Si		No		Significaciones		
CASTRADO	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	R	E	A
Terneros	5	6	3	6	6	6	6	6			
P. Sacrificio (kg)	586	561	532	477	539	502	459	451	x	NS	xx
Rto. canal (%)	60	54	56	53	57	52	52	53	x	xx	NS
Conformación [1]	3,6	2,6	3,9	2,9	2,9	2,4	2,4	2,3	xxx	xxx	NS
Engrasamiento [2]	1,3	2,3	0,7	1,9	1,6	2,8	1,1	2,1	NS	xxx	xx
Área LD (cm^2) [3]	53	48	67	53	55	47	49	40	x	xx	NS
P. Costilla (g) [3]	2571	2067	1797	1419	2374	1910	1465	1340	x	xxx	xxx
Disección(%) [3]											
Músculo	76	63	73	67	75	63	71	64	NS	xxx	NS
G. subcutánea	1	3	1	2	2	4	2	3	xx	xxx	NS
G. intermusculo	7	18	6	11	8	17	9	14	x	xxx	xxx
Hueso	14	15	18	18	13	14	15	17	x	x	xxx

[1] La conformación se puntúa de 5 a 1 conforme a las letras EUROP.
[2] El nivel de engrasamiento se puntúa de 0 a 5.
[3] 6ª costilla

Valoración sensorial de la carne. La carne de los terneros castrados fue valorada por el panel de consumidores como significativamente ($p<0,001$) más jugosa y tierna y consiguientemente la aceptabilidad global de la carne de los terneros castrados también fue significativamente ($p<0,001$) mejor que la de los enteros.

La carne de los terneros de raza AM y de los que tuvieron acabado recibió una valoración de la terneza y de la aceptabilidad global significativamente ($p<0,05$) mejor que la de los de raza AV y de aquellos que fueron sacrificados directamente del pasto.

Las interacciones entre raza, estado fisiológico y acabado no fueron significativas, salvo para la terneza y aceptabilidad global donde se vio que la castración mejoraba más la valoración de la carne de los terneros de raza AV que la de raza AM.

REFLEXIONES

Incluso entre dos razas tan diferentes como son las asturianas, la castración tiene mayores efectos que la raza en los parámetros productivos y sensoriales de la carne.

Teniendo en cuenta que los precios al productor, incluso en los planes de carne de calidad, se establece en función de la conformación, es decir de la calidad carnicera, la castración como método para producir carne de calidad diferenciable en las actuales condiciones de mercado no resulta aconsejable.

Fig.1 Relación entre la valoración sensorial de la carne y la conformación de la canal en añojos de razas asturianas

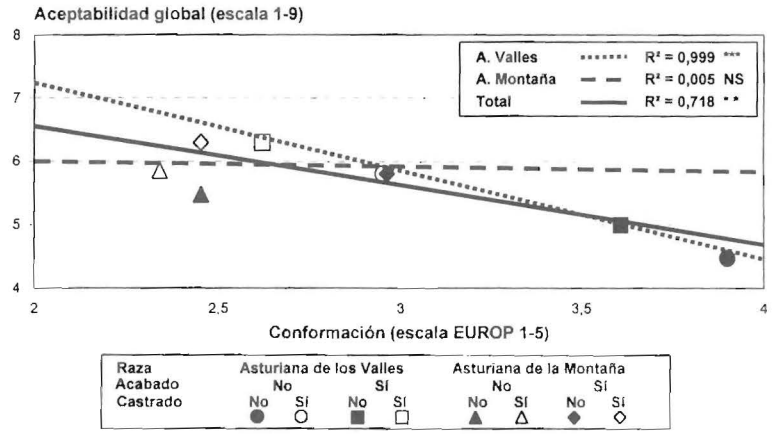
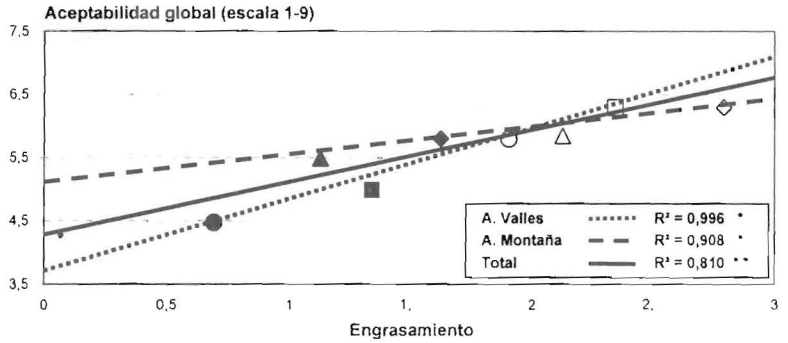


Fig.2 Relación entre la valoración sensorial de la carne y el nivel de engrasamiento de la canal en añojos de razas asturianas



EFECTO DE LA RAZA Y LA CASTRACIÓN SOBRE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y SENSORIAL DE LA CARNE DE TERNEROS ASTURIANOS SOMETIDOS A CEBO INTENSIVO

Oliván M., Mocha M., Martínez M.J., Montes A., Garcia P., Martínez A. Osoro K.
S.E.R.I.D.A. Apdo 13, 33.330 Villaviciosa, Asturias

INTRODUCCIÓN

La producción de carne con terneros castrados en nuestro país es una práctica poco habitual, mientras que en otros países supone la estrategia de manejo más extendida con el propósito de obtener carne de mejor calidad sensorial (Field 1971, Arthaud et al. 1977, Steen 1995). En las razas asturianas, los estudios realizados han demostrado que la castración produce una reducción en el ritmo de crecimiento de los terneros y modifica la composición de la canal, incrementando el contenido en grasa intermuscular (Martínez et al. 1999a,b). También se conoce la existencia de diferencias en la calidad de la carne entre los animales enteros de ambas razas (Oliván et al. 1999a). En general, la raza Asturiana de los Valles "AV" produce una carne más magra y más pálida, mientras que la raza Asturiana de la Montaña "AM" presenta mayor engrasamiento intramuscular.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la raza y la castración sobre la calidad físico-química y sensorial de la carne de terneros añojos de las dos razas vacunas asturianas alimentados en cebo intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se manejaron 19 terneros añojos, 9 de la raza AV y 10 de la raza AM nacidos en invierno y destetados en otoño. La mitad de los animales se castraron cuando tenían unos 10 meses de edad y la otra mitad se mantuvieron enteros. Se alimentaron los animales en cebo intensivo con concentrado a libre disposición y paja de cereal. Se sacrificaron con un peso medio de 567 kg los terneros AV y 503 kg los terneros AM. A las 24 h post-mortem se midió el pH en la media canal izquierda, a la altura del músculo *Longissimus thoracis*, se extrajo la parte del costillar comprendida entre la 6ª y la 10ª costilla y se trasladó al laboratorio.

A la altura de la 7ª costilla se cortó un filete de unos 3 cm de espesor, que se colocó en una bandeja de poliexpan cubierto por un film permeable al oxígeno, en el que se realizaron las medidas de color a los 0 minutos del corte, 24 h, 7 días y 14 días, mediante un colorímetro portátil Minolta CR200, registrando los valores en el sistema CIE L*a*b* (CIE 1976).

Al nivel de la 8ª costilla se cortó un filete de 3 cm para el análisis de la textura instrumental y dos filetes de 2,5 cm para análisis sensorial. La textura instrumental se determinó en un equipo Instron 1011 provisto de una célula de corte Warner-Bratzler, tras cocinar la carne en un baño a 75°C±0,1 durante 40 minutos, registrándose la carga máxima de cizallamiento, máximo estrés y dureza (toughness). Para la evaluación sensorial se cocinó la carne en un horno de convección a 200°C hasta alcanzar una temperatura interna de 70°C. Los análisis se realizaron en una sala de catas normalizada y se contó con la asistencia de 50 consumidores que evaluaron la intensidad de aroma, jugosidad, terneza y aceptabilidad global en una escala hedónica de 9 puntos. En el lomo de la 10ª costilla, a los 7 días de maduración, se determinó la capacidad de retención de agua (CRA) por el método de presión de Grau y Hamm (1953), modificado por Sierra (1973). También se separaron muestras para el análisis de pigmentos hemínicos, según el método de Hornsey (1956) y de la composición química de la carne, mediante espectroscopía en infrarrojo (Oliván et al. 1999b), las cuales se congelaron a −20°C hasta proceder a su análisis.

Se aplicó un análisis de varianza para estudiar el efecto de la raza (R), el estado fisiológico (E) y su interacción sobre las características físico-químicas y sensoriales de la carne, utilizando el paquete estadístico Genstat V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó un efecto significativo ($p<0,001$) de la castración sobre la composición química de la carne (Tabla 1), presentando los animales castrados mayor porcentaje de grasa y menor de humedad y proteína, tal y como describen otros autores (Field 1971, Arthaud et al. 1977). Sin embargo, la raza afectó sólo al contenido de humedad de la carne, que fue algo superior en los animales castrados de la raza AV que en los de la raza AM ($p<0,05$).

En cuanto a la CRA, la raza AV perdió significativamente ($p<0,05$) menos jugo ante la presión física que la raza AM, lo cual se contrapone con los resultados de trabajos anteriores, en los que se midió la CRA en carne con menos días de maduración (3 días) y se observó que los terneros enteros de la raza AM presentaban mayor retención de jugo, tanto cuando provenían de un sistema extensivo (Montes, 2000) como alimentados en cebo intensivo (Oliván et al. 1999a). No hubo diferencias entre tratamientos en cuanto a las pérdidas por cocinado, pero sí en las pérdidas por descongelación, que fueron significativamente ($p<0,001$) superiores en los terneros AV que en los AM y mayores en los animales enteros que en los castrados ($p<0,001$). Estos datos difieren de los obtenidos por Montes (2000) en terneros de las razas asturianas alimentados en extensivo, quien no encontró diferencias significativas en las pérdidas por descongelación entre razas o estados fisiológicos. Parece que no existe una clara diferencia en la capacidad de retención de agua entre estados fisiológicos, sino que puede depender también de otros factores como la edad de sacrificio y el nivel de alimentación, tal como describen Arthaud et al. (1977).

Tabla 1. Características físico-químicas de la carne.

	AV		AM			Significación		
	Enteros	Castrados	Enteros	Castrados	e.s.d.	R	E	RxE
nº animales	5	4	5	5				
CRA (% pérdida jugo)	15,02	15,27	17,04	16,66	0,977	*	NS	NS
Pérdidas descongelado(%)	15,67	10,78	8,71	6,82	1,156	***	***	NS
Pérdidas cocinado (%)	19,24	18,00	19,54	17,78	1,973	NS	NS	NS
Humedad (%)	74,40	72,90	74,40	71,94	0,376	*	***	NS
Proteína^{+} (%)	23,40	22,08	22,76	22,28	0,316	NS	***	NS
Grasa^{+} (%)	0,84	3,63	1,30	4,28	0,531	NS	***	NS
Mioglobina (mg/g)	4,13	5,16	5,77	5,66	0,654	*	NS	NS
Carga max.(kg)	3,78	3,32	5,18	3,71	0,518	*	*	NS
Estrés max.(kg/cm^2)	3,87	3,08	5,40	4,06	0,515	**	**	NS
Dureza (kg/cm^2)	2,00	1,71	2,65	1,70	0,281	NS	**	NS

$^{+}$porcentaje respecto a materia fresca; NS: no significativo; *:$p<0,05$; **:$p<0,01$; ***:$p<0,001$

En cuanto a la textura instrumental (Tabla 1), la carne de los terneros castrados presentó menor resistencia al corte, lo cual concuerda con la mejor valoración de la terneza sensorial puntuada por los consumidores ($p<0,001$, Tabla 2). Se observaron diferencias entre razas en cuanto a la carga máxima ($p<0,05$) y el estrés máximo ($p<0,01$) necesarios para cortar la carne, pero no en la valoración de la dureza. Tampoco hubo diferencias entre razas en la valoración sensorial, pero sí entre estados fisiológicos: la carne de los terneros castrados tuvo mayor intensidad de aroma ($p<0,01$), mayor jugosidad ($p<0,01$), fue más tierna ($p<0,001$) y presentó mayor aceptabilidad global ($p<0,01$). Aunque no hubo una interacción significativa raza x estado fisiológico, se observó un mayor incremento en la valoración sensorial debido a la castración en los animales de la raza AV.

Respecto al contenido de pigmentos hemínicos, se confirmó que la carne de la raza AM presenta una concentración significativamente mayor que la de la raza AV ($p<0,05$), tal y como se ha descrito en otros trabajos (Oliván et al. 1999a, Montes 2000), pero no se encontraron diferencias debidas a la castración. Tampoco en la

evolución del color hubo diferencias entre animales enteros y castrados, aunque sí entre las dos razas. Estas diferencias aparecieron fundamentalmente a las 24 horas después del corte, cuando la carne se ha oxigenado y alcanza el máximo de oximioglobina, presentando la raza AV una carne más luminosa y pálida (mayor índice L*, menor a* y b*). Igualmente, la raza AV siguió presentando una carne más pálida y de alta luminosidad (L* igual o superior a 40) a los 7 días de maduración.

Tabla 2. Evaluación sensorial por los consumidores.

	AV		AM			Significación		
	Enteros	Castrados	Enteros	Castrados	e.s.d.	R	E	RxE
Aroma	5,92	6,78	6,22	6,50	0,288	NS	**	NS
Jugosidad	5,22	6,50	5,40	6,40	0,470	NS	**	NS
Terneza	5,56	6,98	5,60	6,70	0,392	NS	***	NS
Aceptabilidad	5,44	6,75	5,78	6,44	0,446	NS	**	NS

NS: no significativo; *:p<0,05; **:p<0,01; ***:p<0,001

Tabla 3. Evolución del color del músculo.

	AV		AM			Significación		
	Enteros	Castrados	Enteros	Castrados	e.s.d.	R	E	RxE
L*0´	37,01	36,86	35,13	36,91	1,408	NS	NS	NS
a*0´	19,98	20,79	20,47	20,20	0,775	NS	NS	NS
b*0´	4,47	4,82	4,88	5,86	0,506	*	NS	NS
L*24h	39,33	38,83	37,96	37,40	0,843	*	NS	NS
a*24h	24,72	26,77	28,31	27,62	1,107	**	NS	NS
b*24h	10,45	11,24	11,50	11,85	0,540	*	NS	NS
L*7d	39,70	41,11	35,99	37,60	1,586	**	NS	NS
a*7d	17,21	21,41	22,25	20,78	2.073	NS	NS	NS
b*7d	9,53	10,28	9,20	8,90	0,753	NS	NS	NS
L*14d	36,97	36,41	37,03	38,51	1,220	NS	NS	NS
a*14d	16,50	16,34	10,92	14,12	1,196	***	NS	NS
b*14d	5,33	9,28	9,17	8,34	1,057	*	NS	**

NS: no significativo; *:p<0,05; **:p<0,01; ***:p<0,001

En resumen puede decirse que la castración afectó más que la raza en las características de la carne, produciendo un aumento en el contenido de grasa intramuscular y una disminución de la dureza, lo que hace que sea una carne mejor valorada sensorialmente por el consumidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arthaud V.H., Mandigo R.W., Koch R.M., Kotula A.W. 1977. J. Anim. Sci. 44: 53-64.

Field R.A. 1971. J. Anim. Sci. 32: 849-858.

Grau R., Hamm R. 1953. Naturwissenschafen 40: 29.

Hornsey H.C. 1956. J. Sci. Food Agric. 7: 534-540.

Martínez A., García J., Noval G., de Diego V., Castro P., Osoro K. 1999a. ITEA Vol extra 20, nº1: 26-28.

Martínez A., García J., Noval G., de Diego V., Castro P., Osoro K. 1999b. ITEA Vol extra 20, nº1: 95-97.

Montes A. 2000. Master en Biotecnología Agroalimentaria. Universidad de Oviedo.

Oliván M., Osoro K., Garcia M.J., Noval G., Martínez A., Villa A.,de Diego V. J., García-Atance P. 1999a. ITEA Vol extra 20, nº1: 98-100.

Oliván M., Osoro K., de La Roza B., Modroño S., Martínez M.J., Mocha M. 1999b. En "New developments in guaranteeing the optimal sensory quality of meat." Ed. F. Toldrá & D. Troy, pp: 214.

Sierra I. 1973. Revista del Instituto de Economía y Producciones Ganaderas del Ebro, vol 16, p. 43.

Steen R.W.J. 1995. Livestock Production Science 42: 1-11.

LA UTILIZACION DE LA ULTRASONOGRAFIA EN LA PREDICCION IN VIVO DE LA CANAL DEL GANADO BOVINO

Ing. Noel Ernesto Blanco Roa[1], Ing. Javier Santa Martina Matías[2], Doc. Ing. Ladislav Hetényi, PhD.[1] Ing. Peter Demo, PhD.[1], Ing. Ján Huba, PhD.[1], Ing. Peter Polák[1], Dr. Krištof Sloniewski. [3]

[1] Research Institute of Animal Production, Hlohovská 2, 94992 Nitra, Slovakia

[2] Centro de investigación del Toro de Lidia, Salamanca, Junta de Castilla y León España

[3] Polish Academi Of Science, Institute of genetics and Animal Breeding, Jasterzebiec,05 - 551 Mroków, Poland

INTRODUCCION :

La disección (despiece) de las canales de los animales en testaje, es una ardua labor que supone un alto coste económico y tiempo. No obstante representa el único medio para obtener el verdadero valor de una canal. La posible solución a ésta problemática podría estar en la predicción in vivo de la canal.

En la actualidad la ultrasonografía es aceptada, cómo una técnica moderna, económicamente viable para la predicción de la canal de los animales domésticos. Gresham et. al (1992) utilizaron la ultrasonografía para predecir la composición de la canal en cerdos con resultados satisfactorios (r = 0,88 - 0, 98 , R^2 = 0,75 - 0,88). Whittaker et. al (1992) ultrasonográficamente estimaron in vivo el porcentaje de grasa intramuscular en el longissimus dorsis del vacuno, obteniendo coeficientes de correlación y regresión del orden (r = 0,33 - 0,44 y R^2 = 0,45 - 0,66) para todos los modelos de predicción utilizados. Muy buenos resultados obtuvieron Sloniewski et al. (1977) al utilizar medidas ultrasonográficas en modelos predictorios de la canal (R^2 = 0,75 - 0,98). El método ultrasonográfico es utilizado también en la predicción de la canal de hembras, Bugiwati et. al (1999) evaluaron ultrasonográficamente un grupo (n = 9468) de vacas pardas Japonesas encontrando correlaciones medianas y altamente significativas (r = 0,46 - 0,88). Este estudio evalúa las relaciones existentes entre las medidas ultrasonográficas practicadas en la musculatura de animales vivos y algunos indicadores de la canal.

MATERIAL Y METODOS:

En el experimento fueron utilizados novillos de la raza Pinzgauver (n = 27) y de la raza Braunvieh (n = 12). Los novillos fueron sonografiados a la edad aproximada de 500 días con la echo camera (Aloka SSD 500, Sonda VST - 5044 - 3,5 MHz/ 172mm) . Inmediatamente después de la medición ultrasonográfica se obtuvieron las medidas corporales y peso vivo de cada animal. Los puntos de medición ultrasonográfica fueron primeramente rasurados, luego se aplicó el medio de contacto acústico y se midió el grosor del músculo, grasa subcutánea y piel en cinco puntos diferentes de la anatomía animal: Transversalmente en el centro de la espalda, a través del músculo *caput longum* del Músculo *triceps brachii, a* la *Pars scapularis* del Músculo *deltoideus*, a lo largo del *longissimus dorsi* entre la sexta y novena vértebra torácica, entre la primera y quinta vertebra *lumbaris* y en la pierna a través del músculo *gluteus superficialis*.

El peso de la canal caliente se obtenía inmediatamente después del sacrificio, el de la canal oreada después de 24 horas. Posteriormente se realizaba el despiece de las medias canales derechas obteniendo el peso total de la carne en las medias canales, peso de la carne de primera (carne de la espalda, pierna, lomo y solomillo), peso total de grasa y peso total de hueso. Los datos así obtenidos fueron utilizados en el análisis estadístico, el cuál fue realizado en el paquete SAS/ STAT 6. 12, Utilizando el procedimiento REG, STEPWISE en el instituto de genética y cría animal de la academia de ciencias de Polonia. Calculamos los coeficientes de Pearson entre los indicadores elegidos de la canal y las medidas ultrasonográficas obtenidas. Posteriormente dos alternativas de modelos de regresión lineal utilizando:

1. El peso vivo antes del sacrificio y las medidas ultrasonográficas del grosor del músculo, grasa subcutánea y piel.
2. Solamente las medidas ultrasonográficas del músculo, grasa subcutánea y piel.

Según el siguiente modelo:

$Y_i = B_o + B_1 X_1 + B_2 X_2 + e_i$

Donde:

B_o, es el miembro absoluto., B_1, es el coeficiente de regresión lineal parcial de dependencia de las observaciones sobre el peso vivo., B_2, es el coeficiente de regresión lineal parcial de dependencia de las observaciones sobre las medidas ultrasonográficas., e_j, son errores casuales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores variables estadísticos básicos de todos los indicadores de la canal y las medidas ultrasonográficas se muestran en la tabla 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1.Medias y desviaciones típicas de los indicadores elegidos de la canal

	Raza Braunvieh N = 12		Raza Pinzgauver n = 27	
Indicador	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
Rendimiento (%)	53,61	1,59	53,58	1,59
Ganancia de peso por día (g)	956,22	12,39	981,03	6,58
Peso antes del sacrificio (kg.)	451,83	57,19	460,44	32,75
Peso de la canal caliente(kg.)	242,33	33,32	246,82	19,18
Peso de la canal oreada (kg.)	238,42	31,75	242,63	19,15
Peso carne de primera (kg.)	47,73	6,79	47,15	4,16
Peso carne de la media (kg.)	88,33	12,29	90,33	7,56

Tabla 2. Medias y desviaciones típicas del grosor del músculo, grasa subcutánea y piel (mm)

	Medida ultrasonográfica Grosor del músculo, grasa subcutánea y piel			
Puntos de medición	Raza Braunvieh n = 12		Raza Pinzgauver n = 27	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
En la paleta	52,90	5,50	53,66	6,57
Detrás de la paleta	93,43	6,00	98,38	5,62
En la última vértebra torácica	68,12	4,14	69,91	4,17
En la última vértebra lumbar	66,17	6,71	69,88	4,06
En la pierna	89,32	8,67	92,46	6,45

Cómo se observa en la tabla 3 los más altos coeficientes de correlación fueron obtenidos entre las medidas de grosor del músculo, grasa subcutánea y piel efectuadas detrás de la paleta con todos los indicadores elegidos de la canal (r = 0,68 - 0,82) para la raza Braunvieh. Resultados similares obtuvieron Sloniewski et. al (1997) y Bugiwati et. al (1999). Correlaciones significativas encontramos entre la medida sonográfica practicada en la pierna y el peso de la carne total en la media canal, el peso de la canal caliente y oreada (r = 0,65, 0,64 y 0,64) respectivamente, no siendo significativo el peso de la carne de primera.

Al correlacionar las tres restantes medidas ultrasonográficas con los indicadores elegidos de la canal encontramos coeficientes medios (r = 0,32 - 0,59) con distinta significaciones como se puede ver en la tabla 3.

Para la raza Pinzgauver obtuvimos correlaciones altamente significativas solamente al correlacionar la medida grosor del músculo, grasa subcutánea y piel en la pierna con los indicadores observados de la canal (r = 0,55 - 0,67). Todas las demás correlaciones resultaron no significativas tabla 3. Demo et al (1993) observan un gran número de factores que pueden influenciar los resultados, por ejemplo: el equipo utilizado, el punto de medición y la cantidad de observaciones. Hamlin et. al (1995) además apunta la influencia de la raza, edad y peso de los animales experimentales. En nuestro caso consideramos, cómo factores principales causantes de dicha diferencia a la influencia de la raza y el bajo número de observaciones, puesto que hemos utilizado animales de la misma edad y peso al sacrificio. Además todas las mediciones fueron hechas por el mismo operador y con el mismo equipo.

Los coeficientes de regresión en el modelo lineal utilizando el peso vivo antes del sacrificio y las medidas ultrasonográficas fueron para el peso de la canal caliente R^2 = 0,96 y 0,87 para la raza Braunvieh y Pinzgauver respectivamente, peso de la canal oreada R^2 = 0,96 y 0,86 y para el peso de la carne de primera R^2 = 0,81 y 0,71. En el modelo utilizando solamente las medidas ultrasonográficas obtuvimos los siguientes coeficientes de regresión: para el peso de la canal caliente R^2 = 0,68 y 0,45 para la raza Braunvieh y Pinzgauver respectivamente. En base a los resultados obtenidos podemos constatar, que el metodo ultrasonográfico es viable para la predicción in vivo de la canal del ganado bovino.

Tabla 3. Coeficientes de correlación lineal entre los indicadores elegidos de la canal y las medidas ultrasonográficas en diferentes puntos

Medida ultrasonográfica grosor del músculo, grasa subcutánea y piel	Peso de la canal caliente	Peso de la canal oreada	Peso de la carne de primera	Peso de carne en media canal
En la paleta	B 0,59 + P 0,03 -	0,59 + 0,03 -	0,40 - -0,04 -	0,52 - 0,01 -
Detrás de la paleta	B 0,82 ++ P 0,39 -	0,82 ++ 0,37 -	0,68 + 0,33 -	0,79 ++ 0,38 -
En la última vértebra torácica	B 0,34 - P 0,21 -	0,34 - 0,19 -	0,32 - 0,23 -	0,34 - 0,24 -
En la última vértebra lumbar	B 0,56 + P 0,13 -	0,56 + 0,12 -	0,57 + 0,13 -	0,59 + 0,12 -
En la pierna	B 0,64 + P 0,67 ++	0,64 + 0,67 ++	0,57 - 0,55 ++	0,65 + 0,63 ++

H_o.: r = 0(P>0,05 -, P<0,05+, P<0,01++), B = Braunvieh, P = Pinzgauver

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BUGIWATI, A. R., HARADA, H. D., FUKUHARA, R. 1999. : Effects of genetic and environmental factors on ultrasonic estimates of carcass traits of Japanese Broun cows. Asian - Australian J. Anim. Sci. Vol. 12, N_o.4 : 506 - 510.

DEMO, P., KR□KA, P., POLTÁRSKY, J., BORECKY. 1993. : The use of an echocamera for in vivo prediction of some carcass characteristics in pi/g. □ivo. Výr. 38, s. 645 - 654.

GRESHAM, J. D., McPEAKE, S. R., BERNARD, J. K. AND HENDERSON H. H. 1992. : Commercial adaptation of ultrasonography to predict pork carcass composition from live animal and carcass measurements. J. Anim. Sci. 70, p. 631- 939.

HAMLIN, K. E., GREEN, R. D., PERKINS, T. L., CUNDIFF, L. V., MILLER, M. F. 1995. : Real - Time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscule area: Description of age and weight effects. J. Anim. Sci., 73, p. 1713 - 1724.

SLONIEWSKI, K. 1997: Ocena wartości buhajów ras miasnych na podstavie rodzestwa uzyskanego metoda MOET. IGIHZ PAN Jasterzebiec

WHITTAKER, A. D., PARK, B., THANE, B. R., MILLER, R. K. AND SAVELL, J. W 1992: Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat. J. Anim. Sci., 70, , P. 949 - 950.

FACTORES QUE AFECTAN A LA VARIABILIDAD DE LA CONFORMACION EN CANALES BOVINAS

Fernández, M[1]., Fernández Tejón, J[1]., Ureña, F[1]., Noval, G[2]., Alonso, J[3]., López, S[3]., Bahamonde, A[3]., Díez, J[4]., Alvarez, I[4]., Goyache, F[4].

[1]EASA, C/ siglo XX, Gijón (Asturias); [2]ASEAVA, Polígono de ASIPO, Llanera (Asturias); [3]Centro de Inteligencia Artificial, Campus de Viesques, Gijón (Asturias); [4]CENSYRA-SERIDA, C/ Camino de los Claveles 604, Gijón (Asturias), E-mail: felixgg@printcast.es

INTRODUCCIÓN

El sistema de clasificación de la conformación de canales bovinas SEUROP, establecido por los Reglamentos comunitarios CEE 390/81, CEE 1208/81, CEE 2930/81 y CEE 1026/91, resulta de obligado cumplimiento en todo el territorio de la UE. El sistema SEUROP debe aplicarse a un amplio espectro de canales, por lo que la definición de su metodología es necesariamente vaga, incluyendo expresión como "fuerte desarrollo", "muy abultada", o "muy ancho y muy grueso", lo que dificulta el aprendizaje y la aplicación de la metodología en condiciones normalizadas.

El proyecto CICYT-FEDER-1FD97-1633 prevé el desarrollo de un sistema automático de clasificación de animales vivos (Goyache *et al.*, 2000) y canales bovinas mediante la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial. Para lograr este segundo objetivo se ha desarrollado un sistema lineal descriptivo de la conformación de la canal que pretende el aprendizaje y control de la metodología de clasificación de la conformación de canales bovina.

MATERIAL Y METODOS

Teniendo en cuenta las caracteres contemplados en la reglamentación comunitaria se han definido 9 variables lineales descriptivas de la conformación de la canal. Las variables definidas son: Perfil de Bola (Pb) vista desde el flanco, Perfil del Morrillo (Pm), Perfil de la Pierna (Pp) visto desde el dorso, Perfil de la Espalda, Perfil de la Tapa (Pt), Desarrollo Muscular de la Pierna (Dp), Desarrollo Muscular de la Cadera (Dc), Desarrollo Muscular del Lomo (Dl) y Desarrollo Muscular del Delantero (Dd). El sistema descriptivo lineal comprende también la toma del peso de la canal y las medidas de la canal más importantes: longitud de la canal, longitud de la pierna, Profundidad del pecho y profundidad del flanco. En la presente comunicación sólo se consideran las variables de conformación (perfiles y desarrollos musculares) y el peso de la canal.

Se han obtenido 156 registros de conformación y pesos correspondientes a 55 canales bovinas, de las que 37 eran machos y 18 hembras. Los registros de conformación SEUROP (±), perfiles y desarrollos musculares han sido realizados por 3 clasificadores expertos de la Empresa Asturiana de Servicios Agrarios (EASA) encargada del control del programa de carne de calidad "Carne de Asturias Calidad Controlada".

Las valoraciones de los expertos se realizan entre 0 y 10 (Tabla 1). Se considera que 3 puntos corresponden a un perfil plano, notas inferiores para cóncavos y de 3 hasta 10 para perfiles convexos. Las valoraciones de desarrollo muscular se realizan teniendo en cuenta el desarrollo muscular de la región evaluada respecto del máximo desarrollo muscular observable en la región en canales comparables con la objeto de clasificación, puntuándose como escala orientativa 0 (caquéctica), 3 (desarrollo insuficiente), 5 (desarrollo suficiente), 7 (muy buen desarrollo) y 10 (máximo desarrollo posible). La nota SEUROP se ha valorado de 1 a 6 ± 0,25.

Los análisis estadísticos se han realizado con el paquete estadístico SAS (1997). Para el análisis de los registros de perfiles y desarrollos musculares del sistema de clasificación lineal de canales se ha ajustado un modelo que incluía como efectos fijos la sesión de clasificación, el efecto de la canal jerarquizado a la sesión de clasificación, el clasificador, el sexo y el tipo de canal: ligera (<220 Kg) o pesada. Se ha realizado un análisis de componentes principales en la base de datos analizada.

RESULTADOS Y DISCUSION

El coeficiente de determinación R^2 de los modelos ajustados está entre 0.90 y 0.94. El efecto de la canal jerarquizado a la sesión de clasificación recoge la mayor parte de la varianza explicada por los modelos. La sesión de clasificación y el tipo de canal presentan una influencia significativa en todos los modelos. El efecto del clasificador no resulta significativo para Pm y DI. El sexo de la canal no tiene una influencia significativa salvo para Dd. Probablemente el efecto del sexo se confunde con el del tipo de canal, ya que el 89% de los registros de canales ligeras corresponden a hembras. La mayor parte de las hembras sacrificadas en Asturias son animales muy jóvenes (<200 Kg/canal) y de excelente conformación.

Se han obtenido dos componentes principales que presentaban autovalores mayores de 1.0, y que por lo tanto recogen más varianza que una variable simple (Tabla 4). El primer factor recoge todas las variables de conformación excepto Pm. El segundo recoge las variables que en la base de datos analizada tiene mayor variación ligada al sexo: peso de la canal y Perfil del Morrillo.

El sistema descriptivo de clasificación lineal de canales bovinas presentado puede resultar una buena herramienta para la explicación de la nota final de conformación obtenida por una canal. El análisis de un mayor número de datos con una distribución más equilibrada entre sexo y tipo de canal debe confirmar este hecho.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Goyache F., del Coz, J.J., Quevedo, J.R., López, S., Alonso, J., Ranilla, J., Luces, O., Alvarez, I., Bahamonde, A., 2000. Using artificial intelligence algorithms to design and implement a morphological assessment system in beef cattle. Anim Sci, aceptado para publicación.
SAS, 1997. User's Guide. SAS Institute Inc, Cary NC.

Tabla 1: Caracteres considerados en el sistema descriptivo de evaluación lineal de la conformación de canales bovinas (N=156)

Carácter	Abreviatura	Puntuación 0	10	Media	d.e.
Peso canal	Pc			258,9	87,7
Perfiles		Cóncavo	Convexo		
Bola	Pb			5,4	2,3
Morrillo	Pm			5,1	1,8
Pierna	Pp			6,1	2,1
Espalda	Pe			5,8	2,1
Tapa	Pt			6,0	2,2
Desarrollo Muscular		Caquéctico	Muy musculado		
Pierna	Dp			6,4	2,0
Cadera	Dc			6,2	2,1
Lomo	Dl			5,8	2,0
Delantero	Dd			6,0	2,0
Nota SEUROP	C			4,2	1,2

Tabla 2: Grados de libertad, estadístico *f* y significación de los factores que afectan a los caracteres lineales descriptivos de la conformación de las canales bovinas

Fuente de variación	g.l.	Perfiles					Desarrollo Muscular			
		Bola	Morrillo	Pierna	Espalda	Tapa	Pierna	Cadera	Lomo	Delantero
Sesión	4	27,8***	11,7***	12,6***	9,0***	15,3***	10,5***	5,8***	8,5***	7,4***
Canal(Sesión)	61	15,4***	8,6***	18,2***	13,9***	20,1***	18,1***	15,1***	11,5***	12,6***
Clasificador	2	14,4***	2,3	5,3**	5,0**	18,0***	13,6***	5,1**	5,1	5,9**
Sexo	1	0,78	2,1	1,0	2,4	2,0	2,1	1,3	1,4	7,1**
Tipo canal	1	9,4**	5,8*	25,9***	8,1**	11,0**	13,9***	8,9**	6,6*	5,4*
R^2		0,93	0,91	0,93	0,91	0,94	0,93	0,92	0,90	0,91

Canal(Sesión) es el efecto de la canal jerarquizado a la sesión de clasificación;
* significativo para p<0,05; ** significativo para p<0,01; *** significativo para p<0,001

Tabla 3: Autovectores de los dos primeros componentes principales

	Componente principal	
	1	2
Peso canal	0,08	**0,96**
Perfil de la Bola	**0,86**	0,33
Perfil del Morrillo	0,49	**0,79**
Perfil de la Pierna	**0,95**	0,21
Perfil de la Espalda	**0,92**	0,26
Perfil de la Tapa	**0,95**	0,19
DM Pierna	**0,95**	0,21
DM Cadera	**0,94**	0,19
DM Lomo	**0,91**	0,29
DM Delantero	**0,92**	0,27
Nota SEUROP	**0,96**	0,17

VARIABLES DE CONFORMACION QUE INFLUYEN EN LA CLASIFICACION OFICIAL SEUROP DE CANALES BOVINAS

Ureña, F[1]., Fernández Tejón, J[1]., Fernández, M[1]., Noval, G[2]., Alonso, J[3]., López, S[3]., Bahamonde, A[3]., Díez, J[4]., Alvarez, I[4]., Goyache, F[4].

[1]EASA, C/ siglo XX, Gijón (Asturias); [2]ASEAVA, Polígono de ASIPO, Llanera (Asturias); [3]Centro de Inteligencia Artificial, Campus de Viesques, Gijón (Asturias); [4]CENSYRA-SERIDA, C/ Camino de los Claveles 604, Gijón (Asturias), E-mail: felixgg@printcast.es

INTRODUCCION

El proyecto CICYT-FEDER-1FD97-1633 prevé el desarrollo de sistemas automáticos de clasificación de animales vivos (Goyache *et al.*, 2000) y canales bovinas mediante la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial. Para cumplir este segundo objetivo se ha diseñado un sistema descriptivo lineal de la conformación de las canales bovinas (Fernández *et al.*, 2001). El objetivo del presente trabajo es conocer el grado de relación de las variables que integran el sistema lineal con la nota final de conformación oficial SEUROP de canales bovinas mediante técnicas estadísticas clásicas.

MATERIAL Y METODOS

Teniendo en cuenta los caracteres contemplados en la reglamentación comunitaria se han definido 9 variables lineales descriptivas de la conformación de la canal. Las variables definidas son: Perfil de Bola (Pb) en vista desde el flanco, Perfil del Morrillo (Pm), Perfil de la Pierna (Pp) visto desde el dorso, Perfil de la Espalda, Perfil de la Tapa (Pt), Desarrollo Muscular de la Pierna (Dp), Desarrollo Muscular de la Cadera (Dc), Desarrollo Muscular del Lomo (Dl) y Desarrollo Muscular del Delantero (Dd). Se han obtenido 156 registros de conformación y pesos correspondientes a 55 canales bovinas, de las que 37 eran machos y 18 hembras. Los registros de conformación SEUROP (±), perfiles y desarrollos musculares han sido realizados por 3 clasificadores expertos de la Empresa Asturiana de Servicios Agrarios (EASA) encargada del control del programa de carne de calidad "Carne de Asturias Calidad Controlada". La nota SEUROP se ha valorado de 1 a 6 ± 0,25.La descripción de la metodología utilizada y de la base de datos analizada se encuentra en Fernández *et al.* (2001).

Los análisis estadísticos se han realizado con el paquete estadístico SAS (1987). Para el análisis de las variables que influyen en la nota SEUROP se ha ajustado un modelo que incluía como efectos fijos la sesión de clasificación, el efecto de la canal jerarquizado a la sesión de clasificación, el clasificador, el sexo y el peso de la canal como covariable lineal. Considerando la nota SEUROP como variable dependiente y el peso de la canal y los perfiles y desarrollos musculares del sistema de clasificación lineal como variables independientes, se ha realizado un análisis de regresión múltiple mediante el método STEPWISE de SAS. Se han obtenido las correlaciones simples entre variables.

RESULTADOS Y DISCUSION

El modelo ajustado para nota SEUROP presentó un Coeficiente de Determinación de 0,97 (Tabla 1). El efecto de la canal jerarquizado a la sesión de clasificación fue el que recogió la mayor parte de la varianza explicada por el modelo. Tanto la sesión de

clasificación como el clasificador como el peso de la canal como covariable presentaron una influencia significativa sobre la nota de conformación. La conformación aumenta 0,012 puntos por Kg canal. En la base de datos analizada la media y desviación típica del peso de la canal era de 258,9 ± 87,7 Kg, por lo que en un rango de una desviación típica la nota de conformación SEUROP variaría en 1 punto. El sexo no presentó una influencia significativa en la nota de conformación. La distribución de sexos entre clases de conformación es la esperable en la hipótesis de homogeneidad. No es así para el tipo de canal. La mayor parte de las canales de hembras son canales ligeras (<220 Kg). El efecto del sexo (de existir) puede estar confundiéndose con el del peso a la canal. En cualquier caso, las medias brutas para sexo presentan diferencias significativas (Tabla2).

La nota de conformación SEUROP presenta una alta correlación (entre 0,87 y 0,94) con todas las variables lineales de conformación excepto con Pm que presenta un claro componente diferencial entre machos y hembras. El peso de la canal presenta bajas correlaciones con el resto de las variables de conformación excepto con el perfil del morrillo. Los machos presentan un morrillo más acusado y canales más pesadas que las hembras (288 *vs.* 187 Kg de media).

Los 8 modelos de regresión múltiple para la predicción de la nota de conformación a partir de las variables incluidas en el sistema de clasificación lineal de la conformación se encuentran en la Tabla 4. Los coeficientes de determinación de los modelos ajustados variaron entre el 89 y el 94%. La variable que más veces apareció en los modelos fue el desarrollo muscular de la cadera que parece tener un alto poder predictor de la conformación final. Junto al Desarrollo Muscular de la Cadera, el Perfil de la pierna y el Desarrollo Muscular del Lomo parecen ser las variables de mayor influencia en la conformación de la canal y las que precisarán un mayor esfuerzo de representación informática en el sistema de Inteligencia Artificial que pretende desarrollarse mediante el proyecto 1FD97-1633. El peso de la canal presenta una influencia débil sobre la nota de conformación (Panea et al., 1999) e incluso es eliminado de algunos modelos de regresión. En ausencia de Dc, el Pc no se tiene en cuenta en ningún modelo de predicción.

Será necesario un mayor número de datos mejor estructurados para determinar la influencia real del sexo y el peso de la canal en la decisión de los expertos clasificadores, así como la necesidad o posibilidad de instrumentar, dentro de la metodología oficial SEUROP, sistemas específicos de clasificación de canales ligeras o pesadas o de canales de machos o hembras para mercados concretos que puedan considerarse objetivos comerciales

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Fernández M., Fernández, J., Ureña, F., Noval, G., Alonso, J., López, S., Bahamonde, A., Alvarez, I., Goyache, F., 2001. Factores que afectan a la variabilidad de la conformación en canales bovinas. ITEA, Volúmen Extra, 22, (en prensa).

Goyache F., del Coz, J.J., Quevedo, J.R., López, S., Alonso, J., Ranilla, J., Luces, O., Alvarez, I., Bahamonde, A., 2000. Using artificial intelligence algorithms to design and implement a morphological assessment system in beef cattle. Anim Sci, aceptado para publicación.

Panea, B., Olleta, J.L., Sañudo, C., Campo, M.M., Piedrafita, .J., 1999. Aspectos productivos y calidad de la canal de la raza-sistema Pirenáica. Efecto del peso al sacrificio. ITEA, Vol Extra, 20: 86-88.

SAS, 1997. User's Guide. SAS Institute Inc, Cary NC.

Tabla 1: Grados de libertad, estadístico *f* y significación de los factores que afectan a clasificación SEUROP de la conformación de las canales bovinas

Fuente de variación	g.l.	f
Sesión	4	15,7***
Canal(Sesión)	61	40,4***
Clasificador	2	3,7*
Sexo	1	0,2
l(peso)	1	18,9***
R^2		0,97

Canal(Sesión) es el efecto de la canal jerarquizado a la sesión de clasificación; l(peso) es el peso de canal como covariable lineal; * significativo para p<0,05; ** significativo para p<0,01; *** significativo para p<0,001

Tabla 2: Medias mínimo cuadráticas y error estándar de la nota de conformación SEUROP de canales bovinas por clasificador y sexo.

	Nota de conformación	
	Media	e.e.
Clasificador		
A	4.21[b]	0.08
B	4.32[a]	0.08
C	4.37[a]	0.08
Sexo		
Macho	4.33[a]	0.06
Hembra	4.28[b]	0.14

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para p<0,05

Tabla 3: Correlaciones fenotípicas entre los caracteres lineales descriptivos de la conformación de las canales bovinas

	Pb	Pm	Pp	Pe	Pt	Dp	Dc	Dl	Dd	Nota SEUROP
Peso canal	0,35	0,70	0,28	0,32	0,26	0,30	0,28	0,37	0,34	0,26
Perfil de la Bola		0,71	0,88	0,88	0,86	0,86	0,84	0,86	0,86	0,87
Perfil del Morrillo			0,63	0,65	0,63	0,62	0,59	0,65	0,66	0,59
Perfil de la Pierna				0,92	0,95	0,95	0,93	0,89	0,90	0,94
Perfil de la Espalda					0,91	0,91	0,89	0,91	0,94	0,91
Perfil de la Tapa						0,94	0,92	0,90	0,91	0,93
DM Pierna							0,95	0,91	0,92	0,93
DM Cadera								0,91	0,91	0,94
DM Lomo									0,93	0,92
DM Delantero										0,90

Tabla 4: Modelos de regresión más explicativos de la nota de conformación SEUROP sobre los caracteres lineales descriptivos de la conformación de las canales bovinas

Modelo	a	Pc	Pb	Pm	Pp	Dp	Dc	Dl	R^2 modelo	R^2 parcial	C(p)
1	4.168***						0.544***		0.892	0.892	96.58
2	4.154***				0.280***		0.287***		0.925	0.033	23.07
3	4.154***				0.236***		0.216***	0.125***	0.932	0.007	8.56
4	4.157***	-0.0006			0.234***		0.210***	0.141***	0.934	0.002	6.77
5	4.156***	-0.0007*	0.041		0.209***		0.211***	0.125***	0.935	0.001	6.10
6	4.158***	-0.0007*	0.415		0.174***	0.080	0.181***	0.113**	0.936	0.001	5.71
7	4.156***	-0.0003	0.056*	-0.040	0.181***	0.080	0.176***	0.114**	0.937	0.001	5.55
8	4.154***		0.059*	-0.052*	0.185***	0.079	0.176***	0.111**	0.937	0.000	3.90

* significativo para p<0,05; ** significativo para p<0,01; *** significativo para p<0,001

UNA APLICACIÓN INFORMATICA PARA LA REPRESENTACION INFORMATICA DE LA CONFORMACION DE CANALES BOVINAS

Díez, J[1]., Alonso, J[2]., López, S[2]., Bahamonde, A[2]., Goyache, F[1].

[1]CENSYRA-SERIDA, C/ Camino de los Claveles 604, Gijón (Asturias), E-mail: felixgg@princast.es; [2]Centro de Inteligencia Artificial, Universidad de Oviedo en Gijón, Campus de Viesques, Gijón (Asturias);

INTRODUCCION

El proyecto CICYT-FEDER-1FD97-1633 prevé el desarrollo de un sistema automático de clasificación de canales bovinas mediante la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial. Para lograr este objetivo se ha desarrollado una aplicación informática en C++ Builder (Borland, 1999) que permite extraer información objetiva sobre las canales para poder proceder a la representación informática de las decisiones del clasificador de canales, esto es, traducir el conocimiento acumulado por los expertos humanos a un sistema formal de símbolos que pueda ser almacenado en una computadora. Para el desarrollo de esta aplicación informática se ha aprovechado la experiencia adquirida por nuestro equipo en la calificación de animales vivos (Goyache *et al.*, 2000) dentro del mismo proyecto de investigación. Aunque la aplicación dispone de diversas utilidades informáticas y de la posibilidad de realizar consultas simples, el objetivo de la presente comunicación es la de ilustrar el funcionamiento básico de los cálculos realizados por el sistema.

METODOLOGIA DE ADQUISICION DE DATOS

Para la representación informática de la conformación de las canales bovinas se precisan ciertos datos finales o atributos: Las calificaciones realizadas por los expertos (Fernández et al., 2001; Ureña et al., 2001) y las dimensiones (longitudes y perfiles) calculadas a partir de imágenes digitales de la canal. La canal se fotografía, en color, con una cámara digital en sus caras externa o muscular, interna y lateral o dorsal (Figura 1).

Las fotografía se realizan en presencia de panel de referencia que consta de una varilla de 25 centímetros que se utiliza como referencia de las medidas reales respecto de la fotografía, y de los colores del sistema RGB (rojo, verde y azul) que permiten, en su caso, calibrar el sistema para la representación de los colores de la carne y la grasa de la canal. El operador de la aplicación marca sobre las tres fotos los puntos necesarios para el cálculo de las dimensiones y perfiles (convexidades) que serán utilizados por el sistema para cálculos posteriores. El marcaje de los puntos se realiza mediante una tableta y lápiz gráfico que posibilitan un fácil manejo por parte del usuario y una mayor precisión en el marcaje. El marcaje se realiza de una forma dirigida, es decir, el sistema dispone de una ayuda que indica al operador el nombre del punto o perfil que se debe marcar y un ejemplo gráfico del mismo. Asimismo, el sistema permite la corrección de marcajes erróneos.

Las operaciones que el sistema realiza con los puntos marcados son sencillas. En el caso de medidas lineales el sistema se limita al cálculo de la distancia entre dos puntos (*vg.* longitud de la canal: puntos l_2 e l_7) mediante la relación pixel/cm obtenida por el calibrado de la varilla de referencia. El cálculo de los perfiles precisa el marcaje de varios puntos sucesivos sobre la convexidad a evaluar para obtener una curva. En la Tabla 1 se encuentran las ecuaciones aplicadas para el cálculo de las curvaturas. El cálculo de la curvatura (perfil) se realiza mediante la Ecuación 1, que calcula la media de las curvaturas calculadas para cada uno de los puntos marcados para definir la curva. La curvatura de un punto se calcula mediante la Ecuación 2 que como variables precisa la primera (Y') y segunda (Y'') derivadas en

cada punto que define el perfil. El cálculo de las derivadas se efectúa mediante una simplificación de la función derivada que se puede aplicar cuando las equis de los puntos son equidistantes que puede verse en la Ecuación 3. El ajuste de la equidistancia de los puntos sobre el eje de las equis se realiza por la aplicación a partir de los puntos, necesariamente no equidistantes, marcados por el operador para definir el perfil. Un ejemplo del funcionamiento del sistema se encuentra en la Figura 2 y en la Tabla 2. Se han definido dos curvas mediante seis puntos en el eje de las equis. La curva y1 de la figura 4 es más convexa que la curva y2 y así puede ser apreciado visualmente. Tras el cálculos de las primera y segunda derivadas en cada punto se obtienen dos resultados K_{y1} y K_{y2}. Se puede ver que la curva y1 tiene una curvatura más negativa (-0,31) mientras que la curva y2 tiene una curvatura menos negativa (-0,14). Esto indica que la curva y1 tiene más curvatura que la y2. Los resultados son negativos porque las curvas son convexas. En este caso habrá más curvatura cuanto más negativo sea el valor. En el caso de las curvas cóncavas habría más curvatura cuanto más positivo sea el valor. Un perfil recto (sin concavidad o convexidad) tendría un valor de K=0.

APRENDIZAJE AUTOMATICO

Una vez obtenidos los datos finales o atributos de cada canal evaluada, se crea un *conjunto de entrenamiento* que, mediante la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial, sirve para evaluar cada una de los caracteres que definen la conformación de la canal (Fernández et al., 2001) o su nota final. Este procedimiento puede ilustrarse con un ejemplo simple: para evaluar el Desarrollo Muscular de la Pierna de las canales bovinas se pueden considerar 5 atributos, 4 obtenidos a partir de los puntos y perfiles marcados en las fotografías digitales de la canal (anchura de la pierna, profundidad del muslo, relación anchura-profundidad y longitud de la pierna), y la calificación del experto para ese carácter. Con estos atributos para cada una de las canales (ejemplos) que constituyen el conjunto de entrenamiento y mediante un algoritmo de aprendizaje automático, se obtienen unas conclusiones (reglas de actuación) que son almacenadas en la *Base de Conocimientos*. Una ejemplo de regla simple podría ser la siguiente: *"Si la relación anchura-profundidad está entre x_i y x_j y además la longitud de la pierna está entre y_i e y_j entonces el desarrollo muscular de la pierna tiene una calificación de z"*. El sistema sería ahora capaz de concluir una calificación para el *desarrollo muscular de la pierna* de una canal sin precisar que haya sido calificada por un experto. Para ello el sistema solo necesitaría las fotos de la canal marcadas. Con ellas calcula el valor de los atributos relacionados con la característica a evaluar. Una vez que se tienen dichos valores se suministran al *motor de inferencias*, el cual busca en la *Base de Conocimientos* la regla aplicable y contesta dando la puntuación que se le da a la canal respecto a la característica en cuestión (Figura 3). Además de un número el sistema debe explicar su decisión de forma similar al ejemplo de regla de calificación aprendida

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Borland C++ Builder Enterprise Suite V5.0. Inprise Corporation.

Fernández M., Fernández, J., Ureña, F., Noval, G., Alonso, J., López, S., Bañamonde, A., Alvarez, I., Goyache, F., 2001a. Factores que afectan a la variabilidad de la conformación en canales bovinas. ITEA, Vol. Extra 22, (en prensa).

Ureña, F., Fernández Tejón, J., Fernández, M., Noval, G., Alonso, J., López, S., Bahamonde, A., Alvarez, I., Goyache, F., 2001b. Variables de conformación que influyen en la clasificación oficial SEUROP de canales bovinas. ITEA, Vol. Extra 22, (en prensa).

Goyache F., del Coz, J.J., Quevedo, J.R., López, S., Alonso, J., Ranilla, J., Luces, O., Alvarez, I., Bahamonde, A., 2000. Using artificial intelligence algorithms to design and implement a morphological assessment system in beef cattle. Anim Sci, aceptado para publicación.

Figura 1: Imágenes digitales de canales bovinas obtenidas de sus caras externa, interna y lateral, con detalle de los puntos y perfiles marcados

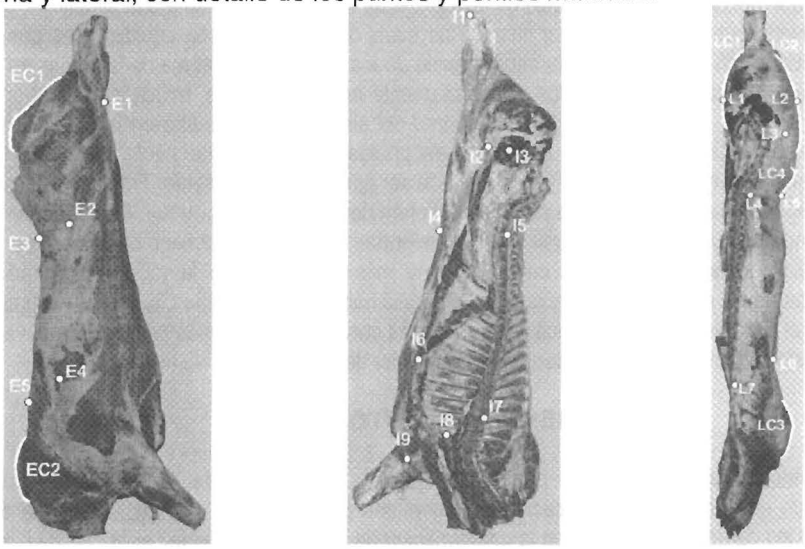


Tabla 1: Ecuaciones para el cálculo de la curvatura de los perfiles de la canal

$K = \frac{\sum_{i=1}^{n} k(x_i)}{n}$	$k(x_i) = \frac{f''(x_i)}{\left(1 + f'(x_i)^2\right)^{3/2}}$	$f'(x_i) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_{i-1})}{2}$
Ecuación 1	*Ecuación 2*	*Ecuación 3*

Tabla 2: Ejemplo de cálculo de las curvaturas ejemplificadas en la Figura 2

X	Y1	Y1'	Y1''	Curvatura (k_{y1})	Y2	Y2'	Y2''	Curvatura (k_{y2})
1	1	1,7	-0,7	-0,09123755	1	0,5	0	0
2	2,7	1	-0,775	-0,27400388	1,5	0,5	-0,125	-0,08944272
3	3	0,15	-0,575	-0,55612558	2	0,25	-0,375	-0,34240324
4	3	-0,15	-0,575	-0,55612558	2	-0,25	-0,375	-0,34240324
5	2,7	-1	-0,775	-0,27400388	1,5	-0,5	-0,125	-0,08944272
6	1	-1,7	-0,7	-0,09123755	1	-0,5	0	0
			K_{y1}=-0,30712234				K_{y2}=-0,14394865	

Figura 2: Comparativa de dos curvas

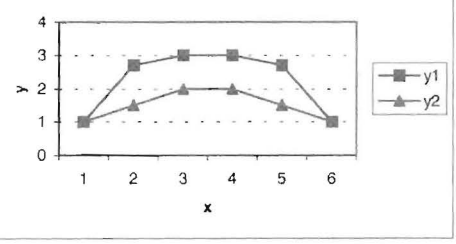
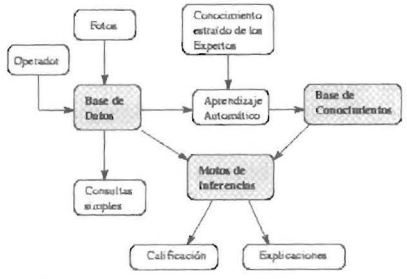


Figura 3: Funcionamiento General de los algoritmos de Inteligencia Artificial



CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE CABALLAR DE RAZA BURGUETE

Sarriés V., Larrea I., Indurain G., Goñi V., Eguinoa P., Gorraiz C., Martín M., Alzueta M.J., Beriain M. J., Pérez de Muniáin A*.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. UPNA. 31006 Pamplona.
(*) ITG.G. S.A. Ctra Sadar s/n 31006 Pamplona.

INTRODUCCIÓN

La raza caballar Burguete es una raza autóctona de Navarra que en el pasado disfrutó de gran prestigio como animal de trabajo en la Comunidad Foral y zonas limítrofes. Hoy en día por su clara aptitud cárnica es importante mantener dicho patrimonio genético y mejorar los productos obtenidos para la promoción de esta raza estableciendo criterios de tipificación (Pérez de Muniáin *et al*, 2000). Se trata de un producto poco conocido en el mercado de la carne, aunque en la actualidad está despertando interés debido a sus reconocidas cualidades nutritivas (producto natural y sano) como consecuencia del bajo contenido en grasa.

El objetivo del presente trabajo ha sido la caracterización de la canal y de la carne caballar de raza Burguete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la consecución del presente trabajo se han utilizado 25 potros de raza Burguete (13 machos y 12 hembras). Los animales fueron destetados a los 8 meses de edad y posteriormente recibieron una alimentación a base de concentrado y paja hasta el momento del sacrificio (15-16 meses). Transcurridas 24 horas desde el sacrificio, se determinó el peso de las canales en frío y se calculó el rendimiento de la misma.

La conformación y el grado de engrasamiento de las canales se evaluaron según el catálogo de clasificación de équidos para animales jóvenes (ONIBEV, 1979). El color de la carne y de la grasa de cobertura de la canal se evaluó con una escala cuyo rango de medida queda comprendido entre 1 y 5 (1; rosa pálido, 5; rojo intenso para la carne y 1; blanco, 5; amarillo intenso para la grasa de cobertura). Cada clase puede ampliarse con el indicativo "+" o "-" lo que desarrolla una escala de 15 puntos. En la Tabla 1 se reflejan las medias obtenidas de: peso vivo, rendimiento de la canal, longitud de la canal (desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta el centro del borde anterior de la 1ª costilla), longitud de la pierna (desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta el centro de la cara interna de la articulación tarso-metatarsiana)y espesor de la grasa dorsal (a nivel de la 6ª vértebra torácica). Se calculó el índice de compacidad de la canal, como el peso de la media canal izquierda (Kg)/longitud canal (cm).

Las medidas de calidad de la carne se han realizado en cortes transversales del músculo *Longissimus dorsi*. La carne se maduró durante 4 días en la pieza sin cortar (2°C) y posteriormente, una vez cortada y en condiciones de vacío (2°C, EGAR VAC, 99%) las muestras fueron congeladas a –20°C. Los parámetros determinados fueron: a) pH_{24h} (electrodo de penetración).b) Composición química (*Proteína*, método Kjeldahl (UNE 55-020); *Grasa total*, método Soxhlet, (ISO-R-936); *Cenizas*, (ISO-R-936); *Humedad*, (ISO-1442-1973); *Pigmentos hemínicos totales* (Hornsey, 1956). c) Parámetros de color CIE L* a* b* (Minolta CM2002) con 1h de oxigenación. d) CRA (Grau y Hamm, 1953). E) Dureza (cizalla de Warner-Bratzler (Bratzler, 1949) y célula de compresión (Lepetit *et al* 1986)). Los resultados se han sometido a un análisis de varianza de un factor (sexo) con paquete estadístico SPSS 9.0 (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observa que un 30,7% de los machos y un 23,1% de las hembras han obtenido una conformación de categoría U y E-, un 38,5% y un 33,4% como grado de engrasamiento clasificado en 3 para los machos y 4 para las hembras. Respecto al color de la carne evaluado en la canal un 69,2% del total de los potros machos y un 58,3% de los potros hembras presentan un color 2-, que se corresponden con canales con una tonalidad rosa hacia rosa pálido. En relación con el color de la grasa de cobertura, un 54,4% de las canales de los potros machos y un 60% de las canales de los potros hembras tienen un color que pertenece a la clase 2. Se trata de canales cuya grasa de cobertura es de color blanco cremoso.

No se han encontrado diferencias significativas ocasionadas por el efecto del sexo en el rendimiento de la canal, longitud de la canal, longitud de la pierna, índice de compacidad, ni en el espesor de la grasa dorsal (Tabla 1).

Los valores obtenidos en las medidas de pH a las 24h *postmortem* se encuentran dentro de los límites considerados como normales (MacDougall y Rhodes, 1972; Lawrie, 1977). Ningún parámetro relacionado con la composición química de la carne presenta diferencias significativas entre sexos (Tabla 2). Los parámetros de composición química coinciden con los mostrados por la carne de vacuno (Lawrie,1977). Los valores de capacidad de retención de agua obtenida son similares a los de la carne de vacuno de distintas razas autóctonas españolas (Alberti y Sañudo 1995)

Como se observa en la Tabla 3, no se han observado diferencias significativas entre sexos ni en la concentración de mioglobina ni en las coordenadas L*, a* y b*.

Los resultados de textura obtenidos tanto con la cizalla de Warner-Braztler como con la célula de compresión, han sido similares para ambos sexos (Tabla 4).

En el presente estudio en el que todos los animales han sido alimentados durante 6 meses con una dieta similar a base de concentrado y se han sacrificado a la misma edad (15-16 meses), cabría esperar que las hembras hubiesen presentado un mayor grado de engrasamiento, una mayor cantidad de grasa intramuscular y unas carnes más claras y más blandas que los machos, debido a que en todos los mamíferos estudiados, las hembras son más precoces en su desarrollo (Pond, 1992). Sin embargo suponemos que la temprana edad de sacrificio de estos animales pueda ser el motivo por el que las hembras no alcanzaran la fase rápida de desarrollo del tejido graso.

Figura 1.- Porcentajes de la valoración de la conformación y grado de engrasamiento en los potros machos y hembras.

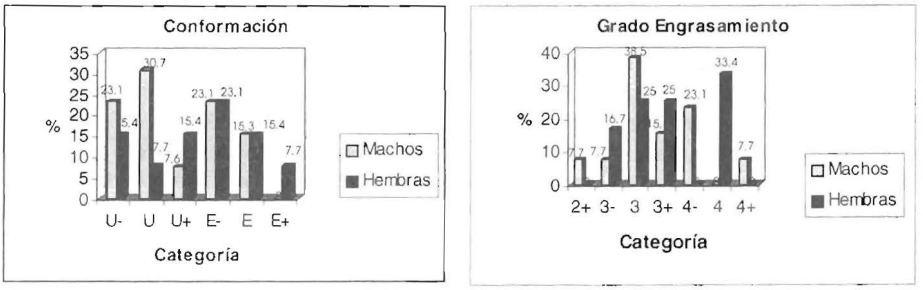


Tabla 1.- Medias cuadráticas de las medidas zoométricas de la canal de los potros machos y hembras. PV= Peso de sacrificio (Kg), Rto= Rendimiento de la canal (%), LC= Longitud de la canal (cm), LP= Longitud pierna (cm), IC= Índice de compacidad (Kg/cm), EGD=Espesor de la grasa dorsal (mm).

	PV	Rto	LC	LP	EGD	IC
Machos	438,7±5,81	63,7±0,53	170,7±6,81	72,5±1,48	5,4±0,53	1,6 ±1,08
Hembras	424,5 ±11,26	63,5 ± 0,9	169,4 ±7,7	69,3±0,81	5,9±0,70	1,6 ±0,11
Significación	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

n.s: p>0,05

Tabla 2.- Medidas de la media cuadrática del pH (24h postmortem), Capacidad de retención de agua (%), Humedad (%), Proteínas (%), Grasa (%) y Cenizas (%) en los potros machos y hembras

	pH	CRA	Humedad	Proteínas	Grasa	Cenizas
Machos	5,5 ± 0,02	14,2±0,55	68,3 ± 1,22	20,1 ± 0,4	3,2 ± 0,25	3,7±0,69
Hembras	5,4± 0,08	14,8±0,74	70,6 ± 0,65	19,6 ± 0,54	2,9 ± 0,28	3,5 ±0,29
Significación	n.s.	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

n.s: p>0,05

Tabla 3.- Medidas de la media cuadrática de la concentración en mioglobina (mg/g carne fresca) y de las coordenadas psicromáticas L, a* y b* en los potros machos y hembras.*

	Mioglobina	L*	a*	b*
Machos	3,2 ± 0,25	33,8 ± 1,16	15,7 ± 0,53	7,8 ± 0,98
Hembras	3,7 ± 0,47	34,5 ± 0,89	14,6 ± 0,74	8,07 ± 0,71
Significación	n.s	n.s	n.s	n.s

n.s: p>0,05

Tabla 4.- Valores de las medias cuadráticas de la Textura obtenidas por la cizalla de Warner-Bratzler, carne cocinada y por la cédula de compresión, carne fresca medidas en la 9ª costilla.

	MACHOS	HEMBRAS	Significación
WARNER-BRATZLER			
Carga-máxima(Kg)	5,2±0,49	5,1±0,36	n.s
Esfuerzo-máximo (Kg/cm^2)	1,8±0,19	2±0,19	n.s
Dureza (Kg/cm^2)	1,8±0,19	1,6±0,2	n.s
COMPRESIÓN			
Fuerza al 20% (N/cm^2)	5,7±5,35	5,4±6,65	n.s
Fuerza al 80% (N/cm^2)	32,7±2,88	26,8±1,88	n.s
Fuerza al 100% (N/cm^2)	86,9±6,1	77,5±2,56	n.s

n.s: p>0,05

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ALBERTI, P., SAÑUDO, C. (1995). Tipificación y factores que afectan a la calidad de la canal y de la carne de terneros Asturianos, Avileños, Moruchos, Pardos, Pirenaicos, Retintos y Rubio Gallegos. *Informe de la Reunión de Coordinación sobre desarrollo del Proyecto INIA SC093-053.* Madrid.

BRATZLER, L.J.(1949). Determining the tenderness of meat by use of the Warner-Bratzler method. *Proc. Ann. Rec. Conf.*, 2:117-120

GRAU, R., HAMM, R. (1953). Muscle as Food. Ed: Bechtel P.J. Food Science and Technology. A series of monograph, 1985. Academic Press. New York

HORNSEY, H.C. (1956). The colour of cooked pork. I. Estimation of the Nitric Oxide-Heam Pigments. *J. Sci. Food Agric.*; 7: 534-5409.

LAWRIE, R.A. (1977). Ciencia de la carne. Ed: Acribia. Zaragoza

LEPETIT, J. SALÉ, P., OUALI, A. (1986). Post-mortem evolution of rheological properties of the myofibrillar structure. *Meat Sci.*, 16:161-174

MACDOUGALL, D.B., RHODES, D.N. (1972). Characteristics of appearance of meat. III. Studies on the colour of meat from young bulls. *J. Sci. Food Agric.*, 23.637

MÉTODOS OFICIALES DE ANÁLISIS (BOE 29/8/1979) y NORMAS INTERNACIONALES ISO R-936

OFFICE NATIONAL INTERPROFESSIONNEL DU BETAIL ET DES VIANDES (1979). *Catalogue de Classement des Equidés.*

PÉREZ DE MUNIAIN, A., VILLANUEVA, M. (2000). La raza Burguete: Patrimonio genético y cultural a conservar. *Navarra Agraria* 120:44-48

TERNEROS DE CLASE SUPREMA ACOGIBLES A LA I.G.P. "TERNERA GALLEGA": EFECTO DEL TIEMPO DE MADURACION SOBRE EL COLOR DE LA CARNE

Carballo, J.A.*; Varela, A.*; Oliete, B.*; Monserrat, L.*; Sánchez, L.**
(*) Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Aptdo. 10 15080 A Coruña.
(**) Dpto. Anatomía y Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Lugo.

INTRODUCCION

En la comercialización de las canales de tipo Ternero de la raza Rubia Gallega, a través de la I.G.P. Ternera Gallega, se diferencian en dos clases: Suprema y Normal. La clase Suprema, que representan un 32,4% de las 45.005 canales certificadas en 1.999, está definida como aquellos machos o hembras que se amamantan directamente de sus madres hasta el momento de sacrificio, completándose su alimentación con forrajes frescos o secos, alimentos naturales procedentes de la explotación tradicional gallega o concentrados en base a cereal.

Dentro de esta clase, en la que se incluyen prácticamente todos los terneros procedentes de rebaños de vacas nodrizas, se consideró conveniente, por razones económicas, estudiar la extensificación de los manejos tradicionales sin que se modifique la calidad del ternero. En este sentido la estimación del color de la carne es fundamental ya que es la característica sensorial por la que el consumidor valora la calidad de la carne en el momento de la compra. Por otra parte, esta siendo sustituido el comercio a nivel local, donde la carne llega al consumidor sin que haya transcurrido una semana, por el mercado nacional, con redes comerciales más complejas y puntos de venta más alejados, precisándose de plazos más dilatados entre el sacrificio y la compra por el consumidor. Interesa por lo tanto no sólo el color de la carne a las 48 horas postmortem sin después de 7 días de maduración, que es la preceptiva, sino también a los 14 días, pensando en la posibilidad de una duración más prolongada del almacenamiento por motivos de comercialización.

En consecuencia se aborda el estudio del efecto del sistema de manejo y el tiempo de maduración (7 y 14 días) sobre los parámetros del color de la carne en los tres músculos más característicos de la canal: el *longissimus thoracis*, el *supraespinoso* y el *semitendinoso*.

MATERIAL Y METODOS

Como material animal se han utilizado 44 terneros de raza Rubia Gallega, 22 machos y 22 hembras, alimentados con leche materna y manejados en tres sistemas (extensivo, semiextensivo e intensivo). La distribución de los animales y las principales características de la canal se reseñan en la Tabla I.

Tabla I.- Distribución y características generales de los animales

	Machos			Hembras		
	Extensiv.	Semiext.	Intensivo	Extensiv.	Semiext.	Intensivo
Nº Animales	7	9	6	8	7	7
Peso Vivo (kg)	315,7	337,1	330,5	290,6	305,6	300,1
Peso canal (kg)	172,1	186,9	183,1	152,6	166,8	166,1
Conformación	R/R$^+$	R$^+$	U$^-$	R$^+$	R	U$^-$/U
Engrasamiento	2	2	3$^-$	2	2	3$^-$
Edad (días)	257	252	217	250	257	244

A las 48 horas postmortem se extrajeron los músculos *longissimus thoracis*, *suparespinoso* y *semitendinoso*, dividiéndose en fracciones que se envasaron al vacío para su maduración , en cámara a 0ºC., durante 7 y 14 días. En los citados días, se midió el pH y el color en coordinadas tricromátricas L, a* y b* (CIE, 1976).

Se realizo el análisis estadístico mediante el procedimiento GLM del paquete SAS, mediante un modelo factorial 3x2, que considera para cada músculo el efecto del tratamiento, sexo, su interacción y la covariable pH. Luego para cada sexo, dentro de cada tratamiento, se estudio el efecto del tiempo de maduración.

RESULTADOS Y DISCURSION

En el *Longissimus thoracis* (Tabla 2) el tratamiento afecto a la luminosidad de las hembras en los tres tiempos de maduración y en los machos en la maduración a los 14 días. Los índices de rojo y de amarillo fueron afectados sólo en las hembras: el (a^*) a los 7 días y el (b^*) a las 48 h y 7 días. El tiempo de maduración afecto solamente a los machos de extensivo. El pH de los machos de extensivo fue significativamente mayor a los 7 y 14 días.

Tabla II.- Medias y nivel de significación de los parámetros de color a lo largo de la maduración del longissimus thoracis.

		Machos				Hembras			
		Extens.	Semiext	Intens.	SIGN.	Extens.	Semiext	Intens.	SIGN.
L*	48 h.	37,93[a]	38,62	39,77	ns	37,93	36,28	39,22	**
	7 d.	35,64[b]	38,02	39,96	ns	35,74	36,01	39,19	**
	14 d.	35,44[b]	39,45	41,70	**	36,63	36,54	40,54	**
	SIGN.	*	ns	ns		ns	ns	ns	
a*	48 h.	14,31	15,03	14,39	ns	15,78	15,70	15,21	ns
	7 d.	14,05	15,42	14,69	ns	16,66	16,43	15,09	*
	14 d.	14,46	15,77	15,12	ns	16,24	16,57	15,72	ns
	SIGN.	ns	ns	ns		ns	ns	ns	
b*	48 h.	10,10	10,08	9,26	ns	11,19	9,95	9,75	*
	7 d.	8,50	9,80	9,32	ns	10,25	10,08	9,36	*
	14 d.	8,71	10,61	10,06	ns	10,08	10,49	10,33	ns
	SIGN.	ns	ns	ns		ns	ns	ns	
pH	48 h.	5,53	5,49	5,48	ns	5,52	5,54	5,49	ns
	7 d.	5,58	5,48	5,49	*	5,50	5,53	5,47	ns
	14 d.	5,60	5,48	5,49	*	5,48	5,55	5,49	ns
	SIGN.	ns	ns	ns		ns	ns	ns	

Medias en la misma columna con distinta letra significativamente diferentes (P<0,05) (Test de Duncan)

En el *supraespinoso* el tratamiento afecto a la luminosidad a los 7 y 14 días de maduración en los machos, y a los 7 días en las hembras; al índice de rojo a los 14 días de maduración de los machos, pero no en las hembras; y, al índice de amarillo a las 48 horas en los machos y a las 48 horas y 7 días en las hembras. El tiempo de maduración afecto sólo a la luminosidad de las hembras de extensivo; mientras que el índice de rojo a los machos y a las hembras de extensivo y semiextensivo; y, el índice de amarillo fue significativamente distinto en todos los tratamientos de los dos sexos. Sólo se encontraron diferencias en el pH en la maduración de las hembras de extensivo y semiextensivo.

El *semitendinoso* resulta ser un músculo más claro que los otros dos. La luminosidad en los machos presenta unas diferencias significativas en todos los tratamientos, así como en las hembras a los 14 días; en el índice de rojo solamente se encontró diferencias entre tratamientos en los machos a 14 días; mientras que en él de amarillo no se obtuvieron diferencias. La maduración afecto a la luminosidad de los machos de semiextensivo e intensivo y a las hembras de todos los tratamientos; el índice de rojo no se vio afectado por la maduración mientras que el índice de amarillo se vio afectado en todos los tratamientos de los

dos sexos. El pH de los machos de extensivo fue significativamente mayor a los 7 y 14 días; pero no por la maduración.

Tabla III.- Medias y nivel de significación de los parámetros de color a lo largo de la maduración del músculo supraespinoso.

		Machos				Hembras			
		Extens.	Semiext	Intens.	SIGN.	Extens.	Semiext	Intens.	SIGN.
L*	48 h.	39,86	39,92	41,16	ns	$38,95^{b}$	37,82	40,14	ns
	7 d.	40,00	39,22	41,93	**	$38,24^{b}$	38,52	41,18	**
	14 d.	40,15	41,21	42,86	**	$39,19^{a}$	39,07	40,28	ns
	SIGN.	ns	ns	ns		*	ns	ns	
a*	48 h.	$16,25^{b}$	$15,33^{b}$	15,26	ns	$16,39^{b}$	$16,33^{b}$	16,81	ns
	7 d.	$17,36^{a}$	$17,55^{a}$	16,93	ns	$17,62^{a}$	$17,81^{a}$	17,41	ns
	14 d.	$17,44^{a}$	$18,04^{a}$	15,99	**	$17,92^{a}$	$18,91^{a}$	18,34	ns
	SIGN.	**	***	ns		*	*	ns	
b*	48 h.	$8,51^{b}$	$7,99^{c}$	$7,12^{b}$	*	$9,15^{c}$	$6,49^{c}$	$8,55^{b}$	*
	7 d.	$10,65^{a}$	$10,01^{b}$	$10,95^{a}$	ns	$11,17^{b}$	$10,24^{b}$	$10,86^{a}$	*
	14 d.	$11,30^{a}$	$12,40^{a}$	$10,70^{a}$	ns	$11,73^{a}$	$12,18^{a}$	$11,45^{a}$	ns
	SIGN.	***	***	***		**	***	***	
pH	48 h.	5,53	5,54	5,53	ns	$5,54^{b}$	$5,54^{b}$	5,54	ns
	7 d.	5,57	5,53	5,54	ns	$5,54^{b}$	$5,56^{b}$	5,53	ns
	14 d.	5,63	5,61	5,61	ns	$5,63^{a}$	$5,64^{a}$	5,59	ns
	SIGN.	ns	ns	ns		*	*	ns	

Medias en la misma columna con distinta letra significativamente diferentes (P<0,05) (Test de Duncan)

Tabla IV.- Medias y nivel de significación de los parámetros de color a lo largo de la maduración del músculo semitendinoso.

		Machos				Hembras			
		Extens.	Semiext	Intens.	SIGN.	Extens.	Semiext	Intens.	SIGN.
L*	48 h.	40,58	$42,04^{b}$	$44,11^{b}$	**	$42,19^{b}$	$42,03^{b}$	$42,51^{b}$	ns
	7 d.	41,26	$45,74^{a}$	$47,25^{a}$	**	$43,06^{a}$	$44,36^{a}$	$45,10^{a}$	ns
	14 d.	42,01	$46,51^{a}$	$49,27^{a}$	**	$43,92^{a}$	$45,24^{a}$	$46,65^{a}$	*
	SIGN.	ns	***	***		*	**	***	
a*	48 h.	12,96	13,55	12,51	ns	13,44	14,65	13,70	ns
	7 d.	13,10	13,53	12,57	ns	14,45	14,30	14,02	ns
	14 d.	13,33	14,42	12,48	**	14,88	14,35	14,05	ns
	SIGN.	ns	ns	ns		ns	ns	ns	
b*	48 h.	$9,42^{b}$	$7,90^{b}$	$7,57^{b}$	ns	$8,37^{c}$	$8,82^{b}$	$8,08^{b}$	ns
	7 d.	$9,16^{b}$	$9,63^{b}$	$9,92^{b}$	ns	$10,84^{b}$	$10,48^{a}$	$10,46^{a}$	ns
	14 d.	$13,20^{a}$	$12,59^{a}$	$10,44^{a}$	ns	$11,18^{a}$	$10,92^{a}$	$11,12^{a}$	ns
	SIGN.	**	***	***		***	***	**	
pH	48 h.	5,57	5,46	5,52	ns	5,53	5,56	5,50	ns
	7 d.	5,57	5,47	5,49	**	5,51	5,51	5,48	ns
	14 d.	5,57	5,50	5,51	*	5,46	5,54	5,51	ns
	SIGN.	ns	ns	ns		ns	ns	ns	

Medias en la misma columna con distinta letra significativamente diferentes (P<0,05) (Test de Duncan)

Este trabajo se ha realizado como parte de los proyectos financiados por Programa Gallego de Investigación Agraria PGIDT 99 AGR 50.301 y PGIDT 00 AGR 50.303.

PRODUCCION DE TERNEROS DE RAZA RUBIA GALLEGA SACRIFICADOS SIN DESTETAR: EFECTO DE LA EXTENSIFICACIÓN DEL MANEJO SOBRE EL COLOR DE LA CARNE Y LA GRASA.

L. Monserrat, L. Sánchez*, A. Varela, J.A. Carballo y B. Oliete
Centro de Investigaciones agrarias de Mabegondo. Apto. 10.15080. A Coruña.
* Dpto. Anatomía y Producción Animal. Facultad Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela.

INTRODUCCIÓN

El ternero tradicional gallego se produce en un sistema de manejo intensivo para ser sacrificado antes de su destete. Su canal, muy apreciada, se clasifica como clase "Suprema" que es la de cotización más alta del tipo "Ternero" (animal < 10 meses de edad) en la Indicación Geográfica Protegida "Ternera Gallega". Debido al prestigio y elevado precio que alcanza en el mercado, este ternero es la principal producción de las vacas nodrizas de Galicia, sin embargo, el sistema de manejo tradicional por su alta necesidad de mano de obra, es inadecuado para que el ganadero alcance la renta actual de referencia. Por tanto, sería interesante buscar sistemas de pastoreo más extensivos, que permitan a la unidad familiar producir terneros en rebaños con un alto número de efectivos. Además, esta extensificación mejoraría el bienestar animal, contribuiría a enriquecer el paisaje y estaría más acorde con las corrientes actuales en la UE.

Respecto a la extensificación, se ha visto que el manejo en pastoreo es causa de menor luminosidad (Dufrasne et al. 1995; Allingham et al. 1998), así como que los niveles de alimentación elevados reducen la concentración de pigmentos hemínicos (Lawrie, 1977). Por otra parte Carballo et al. (1997) han comprobado que terneros Rubios Gallegos (RG) machos manejados en pastoreo y sacrificados con 10 meses, después de 60 y 120 días de acabado en cebadero, proporcionan canales con las mismas características de color que los manejados en sistemas intensivos, pero no se ha visto estos efectos en terneros RG más jóvenes, sacrificados sin destetar y manejados en pastoreo sin acabado en cebadero o con acabados de corta duración que no impidan el máximo aprovechamiento de la estación de pastoreo. Convendría por tanto conocer como le afectaría este manejo al color de la carne de los animales incluidos dentro de la clase Suprema de la IGP "Ternera Gallega".

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizan 50 terneros RG sacrificados sin destetar, con un peso canal de 185 kg. los machos y 165 kg. las hembras en un diseño factorial 3x2 que considera los efectos manejo y sexo. Se desechan 6 terneros, 5 destetados y 1 con pH >5.99. Así mismo los de manejo extensivo se sacrifican con menos peso del previsto, por agostamiento del pasto.

TABLA 1.- Numero de terneros, edad de sacrificio y peso canal por tratamiento y sexo

MANEJO	EXTENSIVO		SEMIEXTENSIVO		INTENSIVO	
Sexo (Número)	Macho (7)	Hembra (8)	Macho (9)	Hembra (7)	Macho (6)	Hembra (7)
Peso canal (kg.)	172.1±5.4	152.6±4.0	186.9±1.6	166.8±2.2	183.1±3.3	166.1±3.7
Edad Sacrificio (d)	257.4±10.8	250.2±12.3	251.7±8.3	256.5±8.5	216.5±4.5	244.1±3.1

Los terneros en manejo extensivo se alimentaron con leche de su madre y pasto, los de semiextensivo, además, se suplementaron con concentrado en el pasto y se acabaron durante 30-40 días en cebadero y los de intensivo, siempre estabulados, mamaron 2 veces al día a sus madres y consumieron concentrado y heno de hierba a voluntad. A 24h. postsacrificio se pesó la canal y se determinó, en 10ª costilla. pH y coordenadas tricromáticas L*a*b* (CIE,1976) del músculo y grasa subcutánea con espectrocolorímetro. Se midió concentración de pigmentos hemínicos

totales (Hornsey, 1956) a 512 nm. expresándolo en µg. de hematina ácida por gramo de músculo y se calculó Saturación (croma $((a^*)^2+(b^*)^2)^{0.5}$ y Tono (arcotangente (b*/a*) x 57,29). Los resultados se analizaron mediante ANOVA por el procedimiento GLM (SAS), considerando los efectos manejo, sexo, su interacción y la covariable pH. Se realiza el test de Duncan para comparar las medias sin corregir en los tres sistemas de manejo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis no hubo ninguna interacción significativa entre sexo y manejo. El sistema de manejo afecto la luminosidad (L*), la concentración de pigmentos y el tono de color del músculo y el índice de amarillo (b*) de la grasa subcutánea y el músculo, en los dos sexos (Tabla 2).

TABLA 2. Media, desviacion tipica y significacion del analisis de varianza del color de la carne y la grasa: efecto del sistema de manejo.

	MACHOS				HEMBRAS			
	Extensivo	Semiext.	Intensivo	NS	Extensivo	Semiext.	Intensivo	NS
Carne								
L*	35.25±1.1[a]	37.99±0.56b	39.14±0.7b	**	35.27±0.5a	36.6±0.6ab	38.51±0.9b	**
a*	13.39±0.44	14.11±0.31	13.25±0.23	n.s	14.71±0.26	15.00±0.46	14.35±0.58	n.s
b*	6.78±0.29[a]	7.24±0.16a	6.06±0.26b	**	7.28±0.2ab	7.72±0.34 a	6.45±0.40b	*
Croma	15.0±0.5ab	15.86±0.34a	14.58±0.2b	+	16.41±0.31	16.88±0.54	15.75±0.66	n.s
Tono	26.80±0.4[a]	27.18±0.33a	24.56±0.8b	**	26.30±0.3a	27.19±0.6a	24.11±0.8b	**
PH	5.62±0.07	5.51±0.04	5.49±0.02	n.s	5.45±0.01	5.47±0.03	5.50±0.01	n.s
PIGM.	2.99±0.08[a]	2.82±0.06ab	2.55±0.1b	*	3.52±0.08a	3.35±0.17a	2.55±0.17b	**
Grasa								
L*	65.97±0.90	64.25±0.76	66.27±1.28	n.s	63.03±0.96	61.38±1.44	62.29±1.59	n.s
a*	6.51±0.77	7.82±0.64	7.36±0.91	n.s	6.97±1.10	6.36±1.15	6.42±1.02	n.s
b*	11.9±1.4ab	12.33±0.62a	9.24±0.43b	*	16.11±0.9a	11.30±0.5b	7.61±0.50c	***

NS: nivel de significación; ***P<0.001; **P<0.01; *P<0.05;+P<0.1; n.s.: no significativo
Medias sin corregir al no variar significación ni, prácticamente, valores medios entre los análisis corregidos o no por pH.- Medias seguidas de distinta letra difieren significativamente (P<0.05, T. Duncan)

La menor luminosidad y mayor pigmentación de la carne de los animales de manejo extensivo respecto a los de intensivo es un resultado acorde con los obtenidos por Allingham et al. (1998) y Vestergaard et al. (2000), quienes lo explican por la diferencia en actividad física de los animales en pastoreo respecto a los estabulados, lo que conlleva, igual que se observa en nuestro resultados, a que exista diferencias en pigmentación sin que se encuentren en el índice de rojo (b*), cuando se ha considerado como normal la correlación entre ambos parámetros. La situación intermedia de los terneros de manejo semiextensivo era esperada ya que se considera que el acabado en cebadero incrementa la luminosidad y reduce la pigmentación de la carne (Lawrie, 1977). El mayor índice de amarillo (b*) del músculo en los de manejo extensivo y semiextensivo que en los de intensivo y la falta de diferencias entre tratamientos en el índice de rojo (a*) son resultados en aparente contradicción con los reseñados por Vestergaard et al. (2000) quien señala índices de amarillo y rojo del músculo más altos en los animales con manejo intensivo que extensivo, esta aparente contradicción pueda tal vez explicarse por la mayor edad al sacrificio de los terneros de manejos extensivos respecto a los de intensivo en este ensayo.

El mayor índice de amarillo (b*) de la grasa de los terneros con manejo extensivo y semiextensivo respecto a los de manejo intensivo es consecuencia del pastoreo. ya que el

caroteno de la hierba se acumula en la grasa existiendo una estrecha correlación entre el incremento de caroteno y la elevación del índice de amarillo en la grasa (Zhou et al., 1993).

El sexo afecto la luminosidad (L*) y la concentración de pigmentos en los terneros de manejo extensivo y semiextensivo, el índice de amarillo (b*) de la grasa en los de intensivo y semiextensivo y la luminosidad (L*) de la grasa en los tres tratamientos (Tabla 3).

Tabla 2. Medias libres del efecto ph y significacion del analisis de varianza del color de la carne y la grasa: efecto sexo en cada sistema de manejo.

	Extensivo			Semiextensivo			Intensivo		
	Machos	Hembras	NS	Machos	Hembras	NS	Machos	Hembras	NS
Carne									
L*	36.5± 0.40	34.1 ±0.37	***	38.0±0.57	36.5±0.65	+	39.1±0.96	38.5±0.88	n.s
a*	13.9 ±0.24	14.2 ±0.22	n.s	14.1±0.33	14.9±0.38	n.s	13.2±0.50	14.3±0.46	n.s
b*	7.1 ±0.17	6.9 ±0.16	n.s	7.3±0.19	7.6±0.22	n.s	6.0±0.38	6.4±0.35	n.s
PH	5.62±0.07	5.45±0.01	*	5.51±0.04	5.47±0.03	n.s	5.49±0.02	5.50±0.01	n.s
PIGM.	2.99±0.08	3.52±0.08	**	2.82±0.06	3.35±0.17	*	2.55±0.08	2.55±0.17	n.s
Grasa									
L*	66.0 ±1.11	62.9 ±1.03	+	64.2±1.05	61.4±1.19	+	66.2±1.61	62.3±1.49	+
a*	6.2 ±1.15	7.2 ±1.06	n.s	7.6±0.79	6.5±0.90	n.s	7.4±1.02	6.3±0.94	n.s
b*	12.6 ±1.30	15.4 ± 1.20	n.s	12.1±0.29	11.6±0.33	*	9.25±0.51	7.6±0.47	*

NS: nivel de significación; ***P<0.001; **P<0.01; *P<0.05;+P<0.1; n.s.: no significativo

Se considera generalmente que los machos proporcionan carnes menos luminosas y con más pigmentación que las hembras debido a su mayor actividad (Lawrie, 1966; Seideman *et al.*, 1982), sin embargo en este ensayo están invertidas las diferencias, pudiéndose explicar para los terneros de manejo extensivo y semiextensivo con los resultados de Renerre 1982 y Sañudo, 1993 quienes encuentran carnes menos pigmentadas en machos que en hembras, explicándolo por la mayor precocidad de estas respecto a aquellos. En el manejo intensivo inexplicablemente no hubo diferencias entre sexos en luminosidad y pigmentación.

BIBLIOGRAFIA

- Allingham, P.G.; Harper, G.S. & Hunter, R.A. 1998. Meat Science, vol. 48: 65-73.
- Carballo, J.A.; Calvo, C.; Fernandez, B.; Monserrat, L.; Sanchez, L. 1997. ITEA vol. extra 18: 757-759.
- Dufrasne, Y.; Gielen, M.; Limbourg, P.; Van Eenaeme, C.; Istasse, L. 1995. Anim. Sci., 60: 75-80.
- Hornsey, H.C. (1956). The colour of cooked cured pork estimation of the nitrocoxide hean pigments. J. Sci. Food Agric., 7: 534-540.
- Lawrie, R.A. (1966). Meat Science. Ed. Pergamon Press Ltd. Oxford. England.
- Lawrie, R.A. (1977). Ciencia de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Renerre, M. (1982). Bull. Tech. CRZV Theix, INRA,65: 41-48.
- Sañudo, C (1993). La calidad organoléptica de la carne (VI). Mundo ganadero, 6.
- Seideman, S.C. *et al.* (1982). J. Anim. Sci., 55: 286-294.
- Vestergaard, M.; Oksbjerg, N ; Henckel, P., 2000. Meat Science 54: 177-185.
- Zhou, G. H.; Yang, A., Tume, R.K. 1993. Meat Science, 35: 205-212.

Este trabajo se ha realizado como parte del proyecto PGIDT00AGR50.303, financiado por el Programa Gallego de Investigación Agraria.

EFECTO DE LA EXTENSIFICACIÓN DEL MANEJO SOBRE LA DUREZA, JUGOSIDAD Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARNE DE TERNEROS DE RAZA RUBIA GALLEGA SACRIFICADOS SIN DESTETAR.

Varela, A.; Oliete, B; Monserrat, L.; Carballo, J.A.; *Sánchez,L.
Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apto. 10. 15080. A Coruña.
*Dpto. Anatomía y Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Santiago de Compostela. Lugo

INTRODUCCIÓN

La terneza, por ser la característica que más importancia presenta para el consumidor (Ouali, 1990; Tornberg, 1996) tiene una amplia repercusión en el valor comercial de la carne. Al igual que otras características sensoriales como el color y la palatabilidad, la terneza se ve influida por la jugosidad de la carne, que depende, entre otros factores, del contenido en grasa y humedad de la misma, que a su vez van a afectar a su contenido en proteínas y cenizas (Berg et al., 1985).

En la producción del ternero tradicional gallego (animales sacrificados sin destetar antes de los 10 meses de edad) se sigue un sistema intensivo con mano de obra familiar que permite obtener canales que alcanzan un gran prestigio y elevado precio en el mercado, pero que resulta inadecuado para que el ganadero alcance la renta actual de referencia. Una mayor extensificación de la producción, permitiría aumentar la renta de los ganaderos incrementando el número de cabezas al tiempo que se reducen las necesidades de mano de obra. Sin embargo, aunque en terneros de raza Rubia Gallega manejados en pastoreo y sacrificados a diez meses con sesenta días de acabado Monserrat et al. (1998) no han encontrado diferencias en cuanto a la jugosidad y terneza de la carne con los manejados en sistemas intensivos, a menudo se señala a los sistemas extensivos como el origen de carnes más oscuras y menos tiernas que las procedentes de animales acabados en cebadero con más de un año de edad (Bowling et al.,1977; Schroeder et al., 1980). Por tanto, convendría estudiar como afectan los sistemas de pastoreo sin acabado en cebadero o con acabados de corta duración a las características organolepticas de la carne de animales sacrificados a una menor edad y sin destetar (Clase Suprema), teniendo en cuenta, además, el efecto del sexo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 50 terneros RG (25 machos y 25 hembras) distribuidos al azar en un diseño factorial 3x2 que considera los efectos del manejo (extensivo, semiextensivo e intensivo) y el sexo (macho y hembra) en la producción de terneros sin destetar, sacrificados con un peso canal aproximado de 185 kg. para los machos y 165 kg. para las hembras. Debido al agotamiento de la hierba, la mayoría de los terneros de manejo extensivo tuvieron que ser sacrificados antes de alcanzar el peso previsto, de igual modo seis terneros tuvieron que ser desechados, cinco de ellos por que fueron destetados por sus madres y uno por presentar un pH canal a las 24 horas postsacrificio igual o mayor que seis. En la tabla 1 se muestra el numero de animales y su peso canal, distribuidos en función de su tratamiento y sexo.

Tabla 1.- Numero (nº) y peso canal (kg.) de los terneros por tratamiento y sexo

MANEJO	INTENSIVO		SEMIEXTENSIVO		INTENSIVO	
SEXO	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Nº	7	8	9	7	6	7
PESO CANAL	172.1 ± 5.4	152.6 ± 4.0	186.9 ± 1.6	166.8 ± 2.2	183.1 ± 3.3	166.1 ± 3.7

Los terneros en manejo extensivo, que estuvieron siempre en pastoreo, fueron alimentados con pasto y la leche de su madre. A los de manejo semiextensivo se les suplementó con

concentrados en el pasto y recibieron un acabado de treinta días en cebadero. Los de manejo intensivo permanecieron continuamente en el establo consumiendo concentrado y heno de hierba a voluntad, mamando de sus madres dos veces al día. 24 horas después del sacrificio las canales fueron pesadas y se realizaron las siguientes determinaciones sobre el músculo *L. Thoracis* de la 10ªcostilla: pH, Capacidad retención de agua (WISMER-PEDERSEN), Pérdidas por goteo o "drip loss" (Honickel,1987) y Pérdidas por cocción (% jugo expulsado). La dureza se valoró mediante un método instrumental, aplicando una fuerza de cizallamiento, que corta el producto en dos partes por deslizamiento de una sobre la otra. Composición química, determinando los porcentajes de Humedad, (ISO R-1442), Proteína (ISO R-937), Grasa intramuscular (ISO R-1443) y Cenizas (Norma Internacional ISO R-936). Los resultados se analizaron mediante ANOVA por el procedimiento GLM (SAS), teniendo en cuenta los efectos del manejo, el sexo y su interacción, realizando el test de Duncan para comparar las medias en los tres sistemas de manejo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de manejo no afectó al contenido en grasa, proteína humedad o cenizas de la carne de los machos, mientras que en las hembras manejadas de forma semiextensiva el contenido en humedad es significativamente menor que en el resto (Tabla 2). Comparada con la de los machos, la carne de las hembras tiene una mayor cantidad de grasa y menor de humedad y cenizas, probablemente debido a su desarrollo más precoz (Tabla 3).

Tabla 2. Media, desviación típica y significación del ANOVA: Efecto tratamiento.

	SEXO	EXTENSIVO	SEMIEXT.	INTENSIVO	SIG.
PH	Machos	5.62±0.07	5.51±0.04	5.49±0.02	n.s
	Hembras	5.45±0.01	5.47±0.03	5.50±0.01	n.s
HUMEDAD	Machos	76.38±0.17	76.44±0.22	76.24±0.19	n.s
	Hembras	75.63±0.13a	74.96±0.19b	75.57±0.11a	**
CENIZAS	Machos	1.23±0.01	1.22±0.01	1.20±0.01	n.s
	Hembras	1.20±0.01	1.18±0.02	1.19±0.01	n.s
PROTEINA	Machos	22.03±0.09	22.28±0.14	21.97±0.17	n.s
	Hembras	22.24±0.17	22.08±0.29	22.33±0.16	n.s
GRASA	Machos	0.55±0.11	0.57±0.11	0.75±0.13	n.s
	Hembras	0.84±0.08	1.62±0.54	1.13±0.17	n.s
DUREZA	Machos	9.18±0.69a	6.76±0.47b	7.05±0.49b	**
	Hembras	8.08±1.08	7.30±0.72	6.67±0.52	n.s
COCCIÓN	Machos	25.70±1.60b	31.25±1.22a	26.84±1.86ab	*
	Hembras	27.85±0.91ab	30.00±1.53a	26.29±0.54b	*
CRA	Machos	23.40±1.06	25.72±0.72	25.45±1.84	n.s
	Hembras	23.20±0.62b	25.91±1.01a	26.57±0.67a	**
GOTEO	Machos	3.47±0.16	3.80±0.30	3.11±0.54	n.s
	Hembras	3.50±0.30 b	5.06±0.41 a	2.76±0.14c	***

Tabla 3. Efecto del sexo

	PH	HUM.	CEN.	PROT.	GRASA	DUR.	COC.	CRA	GOTEO
EXT.	*	**	*	n.s.	+	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
SEMI.	n.s.	***	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*
INT.	n.s.	**	n.s.	n.s.	+	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

*** p<0.001; **p<0.01; *p<0.05; +p<0.1; n.s.: no significativo

Medias seguidas de distinta letra presentan diferencias significativas a nivel p<0.05

La dureza de la carne no se vió afectada por el sexo de los animales (Tabla 3), pero sí por el tipo de manejo, presentando los machos en extensivo una mayor dureza que el resto de los

grupos. En las hembras, a pesar de que no presentan diferencias significativas se aprecian igualmente valores muy elevados en los animales de extensivo. Estos resultados concuerdan con los de Schroeder et al. (1980) y Bowling et al.(1977) quienes afirman que la carne de los animales en pastoreo es más dura que la de los manejados en intensivo y semiextensivo, probablemente debido a que en éstos el aumento del nivel de alimentación provoca un incremento de la solubilidad del colágeno de nueva formación al acelerar la velocidad de crecimiento (Wu et al., 1981; McCormick, 1989), y a que aumenta el grado de veteado y la proporción de fibras musculares blancas (Monin, 1989). Debido a que la capacidad de retención de agua depende más del valor final y la caída del pH (Hönikel, 1991) que de las diferencias de la propia estructura miofibrilar (Wismer-Pedersen, 1994) no se presentaron diferencias significativas por efecto del sexo en las pérdidas por cocción, goteo y presión (CRA) al no aparecer tampoco en el pH, o ser éstas poco significativas ($p<0.05$). En cuanto al tipo de manejo, los machos de régimen semiextensivo presentaron las mayores pérdidas por cocción, pero no se observaron diferencias significativas por efecto del manejo en el goteo y la CRA. En las hembras, las manejadas de forma semiextensiva presentaron unas pérdidas por cocción y goteo mayores que las de extensivo e intensivo, sin embargo las pérdidas por presión, aunque mayores que la de las hembras manejadas en extensivo, no difiere significativamente de las de intensivo. La justificación de estos resultados es difícil, pues la carne de las hembras manejadas en régimen semiextensivo presenta un menor grado de humedad que la de las de extensivo e intensivo, y en los machos, aunque la humedad de la carne de los de régimen semiextensivo es mayor no se alcanzan diferencias significativas. Probablemente el origen de estos resultados resida en el escaso número de animales por tratamiento.

Se concluye que aunque el sistema semiextensivo parece asociado a una disminución de la jugosidad de la carne, es más adecuado para extensificar el manejo que el extensivo, debido a la mayor dureza de la carne producida en este último sistema.

BIBLIOGRAFÍA:

Berg et al. (1985). J. Food Sci., 50:1029-1033.

Bowling et al. (1977). J. Anim. Sci., 45:209.

Hönikel, K.O. (1987). How to measure the water holding capacity of meat?. Recommendation of standarized methods. Evaluation and control of meat quality in pigs. Martinus Nihoff publishers, ECC: 129-142

Hönikel, K.O. (1991). Animal biotechnology and the quality of meat production. Pp:107-125.

McCormick, R.J. (1989). Reciprocal Meat Conference Proceedings, 42: 137-148.

Monin, G. (1989). Colloq. Rennes 9-10 Nov. Pp:177-196.

Monserrat, L. et al. (1998). Memoria Ciam 1994-1996.

Ouali, A. (1990). J. Muscle Foods, 1: 129-165.

Schroeder, JW. et al. (1980). J. Anim. Sci., 50:852-859.

Tornberg, E. (1996). Meat sci., 43:175.

Wismer-Pedersen, J. (1994). Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Ed. Acribia. Zaragoza. Cap. 3: 125.

Wu, JJ. et al. (1981). J. Anim. Sci., 53:1256.

Este trabajo se ha realizado como parte del proyecto PGIDT00AGR50.303, financiado por el Programa Gallego de Investigación Agraria.

PUESTA A PUNTO DE LA TECNICA DE PREPARACION DE LAS MUESTRAS DE CARNE DE TERNERA PARA LA APLICACION DEL TEST DE COMPRESION

Indurain G., Zulet M., Horcada A., Sarriés V., Goñi V., Eguinoa P., Gorraiz C., Alzueta M., Beriain M.J.
Escuela Técnico Superior de Ingenieros Agrónomos. UPNA. 31006 Pamplona

INTRODUCCION

La terneza de la carne es considerada por el consumidor como el atributo de textura determinante de la calidad de la misma (Ouali, 1990). La textura de la carne es consecuencia del estado e interacción de los diferentes componentes musculares, especialmente las fibras musculares y el tejido conectivo (Lepetit *et al.*, 1986). Los procesos enzimáticos de degradación de las estructuras miofibrilares son los principales responsables de la tenderización postmorten (Roncalés *et al.*, 1995), aunque el tejido conectivo, que es el principal elemento limitante de la terneza, también se degrada parcialmente durante la maduración. El test de compresión es un método instrumental de medida de la textura de los alimentos que permite la medición de la fuerza mecánica total del alimento, así como el estudio de los cambios de las propiedades mecánicas individuales de cada uno de los componentes del alimento (Nishimura *et al.*, 1998). La mayoría de los trabajos instrumentales realizados utilizan carne cocinada para detectar posibles relaciones con caracteristicas sensoriales, mientras que los estudios con carne cruda son importantes para explicar el comportamiento de las diferentes estructuras del músculo (Campo *et al.*, 2000). El objetivo del presente trabajo consiste en la elección de carne fresca o cocinada para la utilización del método de compresión en la medida instrumental de la textura de carne de ternera y su relación con parámetros sensoriales.

MATERIAL Y METODOS

El material animal empleado en el presente trabajo fueron seis hembras de raza Blond d'Aquitaine sacrificadas con 12-14 meses de vida (240-290 kg PCC). Tras el sacrificio del animal y posterior oreo (48h, 4°C), se tomaron a la altura de las costillas 10 y 11, tres filetes pertenecientes al músculo *longissimus dorsi* de 3,5 cm de grosor que se envasaron al vacío y se mantuvieron en el frigorifico (2ªC) hasta completar una maduración de 7 días. A continuación se congelaron las muestras a una temperatura aproximada de -18°C. La descongelación se llevó a cabo a una temperatura de 4°C durante 24 horas.

El panel de catadores estuvo formado por 9 miembros entrenados, según lo recomendado por Cross *et al.* (1978), con amplia experiencia en el análisis sensorial de carne de ternera. Los atributos seleccionados fueron jugosidad inicial, jugosidad continuada, dureza, cohesividad, harinosidad, facilidad de tragar y untuosidad, descritos por Gorraiz *et al.* (2000). Las catas se realizaron bajo luz roja en una sala de catas normalizada (UNE 87004, 1979). Una vez descongelados, los filetes se cocinaron en un horno precalentado a 175°C hasta alcanzar una temperatura interior de 65°C. Inmediatamente después se trocearon en 9 porciones de 2,5x2x2 cm que se depositaron sobre placas calefactoras con el fin de mantener la temperatura de las muestras mientras duraba la sesión de cata.

Para la medida de la textura mediante el test de compresión, las muestras de carne cruda se prepararon cortando el filete en 8 paralelepípedos de 1 cm de sección, con el eje longitudinal paralelo a las fibras musculares. Posteriormente se mantuvieron en cámara frigorífica a 4ºC durante una hora para homogeneizar la temperatura de la muestra. Las muestras de carne cocinada se prepararon siguiendo el modelo descrito por Horcada (1996).

La medida instrumental de textura por compresión se realizó con un texturómetro modelo TA-XT2i de Stable Micro Systems, con un programa informático *Texture Expert* versión 1.2 para windows (Stable Micro Systems, Surrrey, UK). El texturómetro posee una célula de carga de 5 kg y una pieza de compresión basada en el modelo descrito por Lepetit y Culioli (1994). Las variables estudiadas fueron la fuerza al 20, 40, 60, 80 y 100% de compresión de la altura de la muestra que se define como la fuerza realizada por unidad de superficie de la muestra en cada uno de estos puntos.

El estudio de las relaciones entre las variables sensoriales e instrumentales obtenidas mediante compresión se realizó mediante un análisis de correlación, utilizando el paquete estadístico SPSS 9.0 (1998).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis de correlación realizado con los valores sensoriales del panel de catadores y las variables de textura obtenidas mediante el método instrumental de compresión sobre carne fresca y cocinada.

Los resultados obtenidos con las muestras de carne fresca mostraron la existencia de correlación significativa entre las fuerzas de compresión y cinco de las variables sensoriales (jugosidad inicial, jugosidad continuada, dureza, harinosidad y untuosidad), mientras que en las muestras de carne cocinada se observó correlacion significativa con cuatro de las variables sensoriales (jugosidad inicial, jugosidad continuada, dureza y untuosidad). Estos resultados indican que existe una mayor relación entre la percepción de la textura por los catadores y las medidas instrumentales en la carne fresca, en comparación con la carne cocinada. La dureza es el atributo de textura que más contribuye en la apreciación global de la carne de ternera y, como puede observarse en la Tabla 1, el coeficiente de correlación de Pearson entre la dureza y la medida de la fuerza por compresión en la carne fresca (F100: 0,890) fue superior al de la carne cocinada (F80: 0,863; F40: 0,813). Por todo ello, se concluye que el empleo de carne de ternera cruda para la evaluación de la textura mediante el test de compresión presenta una mejor estimación de la respuesta sensorial en los catadores.

Tabla 1. *Correlación entre las variables sensoriales e instrumentales de textura para muestras en fresco (F) y cocinadas (C). F20: fuerza al 20% de compresión; F40: fuerza al 40% de compresión; F60: fuerza al 60% de compresión; F80: fuerza al 80% de compresión; F100: fuerza al 100% de la compresión.*

	F20		F40		F60		F80		F100	
	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
Jugosidad Inicial	0,419	0,033	-0,325	-0,608	-0,633	-0,873*	-0,867*	-0,789	-0,515	-0,391
Jugosidad Continuada	0,418	0,049	-0,319	-0,565	-0,672	-0,953*	-0,892*	-0,755	-0,482	-0,444
Dureza	-0,725	0,576	0,658	0,813*	0,679	0,764	0,567	0,863*	0,890*	0,612
Cohesividad	-0,405	0,391	0,392	0,282	0,291	0,088	-0,036	0,241	0,529	0,423
Harinosidad	-0,484	-0,165	0,390	0,451	0,773	0,697	0,853*	0,589	0,365	0,661
Facilidad de tragar	0,358	-0,074	-0,309	-0,175	-0,435	-0,137	-0,128	-0,246	-0,558	-0,537
Untuosidad	0,883*	-0,753	-0,886*	-0,872*	-0,647	-0,634	-0,575	-0,609	-0,212	-0,705

*p<0,05

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Campo, M. M., Santaolaria, P., Sañudo, C., Lepetit, J., Oleta, J. L., Panea, B., Alberti, P. (2000). Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Science*, 55, 371-378.

Cross, H. R., Moen, R., Standfield, M. S. 1978. Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Food Technol, July,* 48-54.

Gorraiz, C., Beriain, M. J., Chasco, J., Iraizoz , M. (2000). Descriptive analysis of meat from young ruminants in mediterranean systems. *Journal of Sensory Studies, 15, 2,* 137-150.

Horcada, A. (1996). Calidad de la carne de los corderos de las razas lacha y rasa aragonesa. *Tesis Doctoral.* Universidad Pública de Navarra, Pamplona.

Lepetit, J., Culioli, J. (1994). Mechanical properties of meat. *Meat Science, 36,* 203-237.

Lepetit, J., Salé, P., Ouali, A. (1986). Post-morten evolution of rheological properties of myofibrillar structures. *Meat Science, 16,* 161-174.

Nishimura, T., Liu, A., Hattori, A., y Takahashi, K. (1998). Changes in mechanical strength of intramuscular connective tissue during postmortem ageing of beef. *Journal of Meat Science, 76(2),* 528-532.

Ouali, A. (1990). Meat tenderization: possible causes and mechanisms. A review. *J. muscle foods, 1,* 129-165.

Roncales, P., Geesink, G. H., Van Laack, R. L. J. M., Jaime, I., Beltrán, J. A., Barnier, V. M. H. (1995). Meat tenderisation: Enzymatic mechanisms. In A. Ouali, D. I. Demeyer, y J. M. Smulders et al., Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradations related to meat quality (pp. 311-332). Utrecht: ECCEAMST.

SPSS 9.0 (1998). User's guide. Spss Inc., Chicago.

UNE 87004 (1979). Análisis sensorial. Guía para la instalación de una sala de cata. En: *Análisis Sensorial. Tomo 1-Alimentación.* De.: AENOR.

EVOLUCIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CARNE DE VACUNO EN LOS SEIS PRIMEROS DÍAS *POST MORTEM.*

Onega, E.; Miguel, E.; Blázquez, B.; Ruiz de Huidobro, F.
I.M.I.A. Apdo. 127. 28800 Alcalá de Henares. e-mail: felipe.ruiz@imia.comadrid.es

INTRODUCCIÓN

Además de una serie de factores como son la raza, el tipo de alimentación del animal, etc., que son determinantes de la calidad de la carne obtenida, a la hora de conseguir una mejora en las características organolépticas de la carne es necesario conocer los cambios sensoriales inducidos por su maduración y el tiempo adecuado de maduración para llegar al óptimo de dicha calidad.

Los tipos comerciales más consumidos en el vacuno, en nuestro país, son la ternera y el añojo, por lo que este estudio se ha realizado en ellos, considerando tres tiempos de maduración. Se ha pretendido obtener información sobre los cambios que la maduración provoca en la carne, así como también sobre la posible correlación entre los diversos parámetros sensoriales e instrumentales analizados en estas carnes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los animales empleados en este estudio han sido cruzados de madre Avileña y padre Limusino, Charolés o Pardo Alpino, amparados por la I.G.P. "Sierra de Guadarrama" y adquiridos en el comercio. Se utilizaron los lomos de 9 terneras y 8 añojos, seccionados paralelamente al plano sagital, estudiando tres tiempos de maduración: 1 día, 3 días y 6 días. El pH se midió, con un pHmetro Crisson con electrodo de penetración, a los 45 minutos, 24 y 48 horas y a los 3 y 6 días *post mortem*. Mediante un colorímetro Minolta Chroma Meter CR-200, y utilizando el espacio de color CIELAB (CIE, 1976) con el iluminante D_{65}, se estudió la evolución del color en el músculo *m. Longissimus thoracis et lumborum* durante esos seis días. La capacidad de retención de agua, las pérdidas por cocción, la texturometría con sonda de Warner-Bratzler y el análisis sensorial se realizaron según Onega y cols. (2000), aumentando la temperatura de cocinado hasta 80ºC, y ampliando el análisis sensorial a los parámetros de sensación grasa, intensidad del flavor y número de masticaciones. También se realizó texturometría mediante un test de perfil de textura (TPA), obteniendo los valores de dureza, elasticidad y masticabilidad. La humedad se determinó siguiendo el método basado en la norma ISO/R 1442 y el método de análisis de productos cárnicos (BOE, 29/8/79). Las pruebas de capacidad de retención de agua (CRA), humedad y pérdidas por cocción se realizaron en fresco, mientras que las muestras para el análisis de textura y sensorial se envasaron a vacío, se congelaron y se mantuvieron a –40ºC hasta el momento del análisis. Las muestras destinadas a sucesivas maduraciones se mantuvieron entre 0 y 4ºC sin vacío. El análisis estadístico se realizó mediante el programa Statística para Windows, versión 5.0, realizando un análisis de la varianza entre tipos comerciales, una prueba T (muestras dependientes) entre maduraciones y un análisis de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los datos obtenidos. Los valores de pH definitivos se alcanzan a las 24 horas tras el sacrificio, siendo similares en añojo y ternera a partir de ese momento. Del análisis de correlación (datos no mostrados) se obtiene que el pH a los 45 min. predice la CRA1 ($r=-0,7122$, $P<0,002$), disminuyendo la correlación a lo largo del tiempo de maduración hasta llegar a un valor N.S. el 6º día. La CRA (expresada como porcentaje de agua expulsada) en el añojo no varía significativamente, aunque presenta tendencia a disminuir, mientras que en la ternera aumenta ($P<0,01$) a medida que aumenta el tiempo de maduración. Solamente aparecen diferencias entre ambos tipos comerciales al sexto día ($P<0,001$). No se observó ningún efecto del tiempo de maduración ni del tipo comercial, en los valores de humedad y pérdidas por cocción (datos no mostrados). El color sí varía a lo largo del periodo de maduración. Los tres parámetros L*, a* y b* varían erráticamente en ambos tipos comerciales. En la ternera aumenta el valor de saturación ($P<0,05$) y la tonalidad ($P<0,01$) con el tiempo de maduración. Por su parte, en el añojo, la tonalidad aumenta para luego disminuir ($P<0,05$) y las tonalidades son significativamente diferentes entre ambos tipos comerciales a los tres ($P<0,01$) y seis días ($P<0,05$). Los dos tipos comerciales presentan carnes igual de luminosas y de rojas, aunque tienen mayor índice de amarillo las que proceden del añojo (excepto el 6º día). Los parámetros de textura reflejan un ablandamiento progresivo de la carne a lo largo de la maduración. La fuerza máxima de ruptura (calculada mediante sonda Warner-Bratzler en un test de compresión) es siempre superior (muy significativamente) en el añojo, en todas las maduraciones. Por el contrario, otros autores (Purchas, 1973) consideran que la determinación de la dureza en la carne cruda no es válida y debe hacerse siempre en carne cocinada porque no observaron diferencias entre carnes duras y tiernas. En el caso del añojo el tiempo de maduración no afecta de forma significativa al valor de dureza instrumental, aunque si se ve una disminución matemática de la dureza. El TPA también refleja una disminución de la dureza en ambos tipos, siendo sólo significativa en el añojo, y de la elasticidad ($P<0,001$) y de la

masticabilidad ($P<0,05$) en el añojo, desde el primer al último día de maduración, y de la elasticidad ($P<0,05$) en la ternera. La masticabilidad en el primer día es superior en el añojo ($P<0,05$); sin embargo, a medida que la carne es madurada, ya no se observan diferencias en este parámetro entre la ternera y el añojo. Se sabe que la maduración contribuye a disminuir la dureza de la carne. Autores como Field *et al.* (1971) encontraron descensos en los valores de fuerza máxima en periodos de maduración de 2 a 21 días.

Los parámetros sensoriales muestran valores muy bajos (NS) de correlación con los parámetros instrumentales. En este punto existe controversia, ya que algunos autores sí han encontrado correlaciones, mientras que otros no las hallaron o fueron muy débiles. Shackelford *et al.* (1995), comparando valores sensoriales e instrumentales de dureza en diez músculos diferentes de ganado bovino, encontraron que los valores obtenidos para el lomo por el panel sensorial eran muy variables (los segundos más variables de los evaluados). Según Koohmaraie *et al.* (1995), esa gran variación puede ser debida a la variación en el componente miofibrilar de la carne (lo que llaman facilidad de fragmentación). En este mismo estudio de Shackelford *et al.* (1995) se encontró mayor variación en los valores de dureza que en los de jugosidad o de intensidad del flavor. En nuestro caso también varía más la dureza que la intensidad del flavor, ya que los catadores juzgaron iguales ambos tipos comerciales en lo que al flavor se refiere.

Disminuyen con la maduración la dureza y la elasticidad ($P<0,05$) en el añojo, de forma similar a lo ocurrido con los valores de estos parámetros obtenidos instrumentalmente, tanto en la dureza obtenida con WB, como en la obtenida en el ensayo de TPA. En el caso de la ternera, la jugosidad ($P<0,05$) y el número de masticaciones ($P<0,001$) también disminuyen a lo largo de la maduración.

Entre tipos comerciales, se observa que son superiores en el añojo el primer día la dureza ($P<0,05$) y la elasticidad ($P<0,05$), mientras que la jugosidad es superior en la ternera en el primer día ($P<0,01$) y en el tercero ($P<0,05$), igualándose en el sexto en ambos tipos comerciales. Lo contrario sucede en el trabajo de Huff y Parrish (1993) donde explican la mayor jugosidad obtenida en animales de mayor edad por su contenido en colágeno y, por tanto, mayor número de masticaciones, necesitando más salivación e incrementando así la sensación de jugosidad al consumir la carne. Sin embargo ellos tampoco encontraron diferencias entre tipos comerciales muy similares. La apreciación global es casi la misma en añojo y en ternera, excepto en el sexto día de maduración, que es superior en la ternera. De todos estos resultados se concluye que la ternera y el añojo aquí estudiados no difieren para los parámetros de calidad de la carne analizados en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

B.O.E. 29-8-79. Métodos de análisis de productos cárnicos, anexo II. pp. 2595-2603.

C.I.E. 1976. Centre international de l'éclairage. Définition d'un space de couleur par deux coordonnées de cromaticité et la luminosité.

Field, R.A.; Riley, M.C.; Chang, Y.O. 1971. J. Food Sci. 36:611.

Huff, E.J.; Parrish, F.C. 1993. Journal Food Sci. 58(4): 713-716.

Koohmaraie, M.; Killefer, J.; Bishop, M.D.; Shakelford, S.D.; Wheeler, T.L.; Arbona, J.R. 1995. En: Expresion of muscle proteinases and regulation of preotein degradation as related to meat quality. Ouali, A.; Demeyer, D.; Smulders, F.(eds) pp. 395-412. Audet Tijdschrifen b.v., Nijmen, Holanda.

Norma ISO/R 1442 (1973). Determination of moisture content. International standard. Meat and meat products. Intern. Organization for Standardization, Ginebra (Suiza).

Onega, E., Ruiz de Huidobro, F.; Díaz, M.T.; Velasco, S.; Lauzurica, S.; Pérez, C.; Cañeque, V.; Manzanares, C.; Blázquez, B.; Sagarra, J. 2000. XXV Jornadas Científicas SEOC, Teruel.

Purchas, R.W. 1973. J. of Food Sci. 38:556-559.

Shackelford, S.D.; Wheeler, T.L. Koohmaraie, M. 1995. J.Anim.Sci. 73:3333-3340.

Tabla 1. Parámetros de calidad de la carne de añojo y ternera.

	Añojo				Ternera					
	N	media		s.e.	N	media		s.e.	P	
L*1	8	36,966 ^{a}	±	0,5374	9	37,606 ^{ab}	±	0,8018	0,528	N.S.
L*3	8	35,669 ^{b}	±	0,6962	9	37,463 ^{a}	±	0,7011	0,091	N.S.
L*6	8	36,416 ^{a}	±	0,7206	9	38,135 ^{b}	±	0,8864	0,159	N.S.
P		*				*				
a*1	8	18,402 ^{a}	±	0,4032	9	17,093 ^{ab}	±	0,5471	0,079	N.S.
a*3	8	17,399 ^{ab}	±	0,5426	9	16,763 ^{a}	±	0,5774	0,439	N.S.
a*6	8	17,034 ^{b}	±	0,2703	9	17,534 ^{b}	±	0,6662	0,517	N.S.
P		*				*				
b*1	8	6,3371 ^{ab}	±	0,4081	9	5,6315 ^{a}	±	0,347	0,205	N.S.
b*3	8	7,0867 ^{a}	±	0,2332	9	5,6504 ^{a}	±	0,3459	0,004	**
b*6	8	6,1296 ^{b}	±	0,1653	9	7,1468 ^{b}	±	0,396	0,039	*
P		*				**				
Satur1	8	19,475	±	0,5064	9	18,005 ^{a}	±	0,617	0,09	N.S.
Satur3	8	18,804	±	0,503	9	17,7 ^{a}	±	0,6379	0,202	N.S.
Satur6	8	18,111	±	0,2526	9	18,945 ^{b}	±	0,7417	0,327	N.S.
P		N.S.				*				
Tonal1	8	20,464 ^{a}	±	0,9928	9	19,525 ^{a}	±	0,7526	0,457	N.S.
Tonal3	8	25,023 ^{bc}	±	1,421	9	20,049 ^{a}	±	0,8843	0,008	**
Tonal6	8	21,628 ^{ac}	±	0,782	9	24,74 ^{b}	±	0,9276	0,023	*
P		*				**				
Fmáx1	8	2474,5	±	136,8	8	1569,3 ^{ab}	±	96,351	9,00E-05	***
Fmáx3	8	2419,1	±	243,64	9	1373,1 ^{a}	±	64,603	5,00E-04	***
Fmáx6	8	2237,2	±	163,77	9	1677,5 ^{b}	±	98,56	0,009	**
P		N.S.				*				
Dur1	8	2375,5 ^{a}	±	144,24	8	1953,7	±	175,59	0,085	N.S.
Dur3	8	1794,6 ^{bc}	±	87,76	9	1804,9	±	115,6	0,946	N.S.
Dur6	8	1886 ^{c}	±	38,744	9	1729,8	±	105,88	0,207	N.S.
P		*				N.S.				
Elast1	8	654,85 ^{a}	±	46,168	8	539,55 ^{a}	±	43,813	0,092	N.S.
Elast3	8	461,09 ^{b}	±	23,823	9	464,42 ^{a}	±	24,979	0,925	N.S.
Elast6	8	471,19 ^{b}	±	15,403	9	410,38 ^{b}	±	25,744	0,069	N.S.
P		**				*				
Mast1	8	379315 ^{a}	±	50729	8	235821	±	39859	0,043	*
Mast3	8	249356 ^{b}	±	27566	9	208722	±	29191	0,331	N.S.
Mast6	8	221820 ^{b}	±	10156	9	188212	±	23116	0,222	N.S.
P		*				N.S.				

	Añojo				Ternera					
	N	media		s.e.	N	media		s.e.	P	
CRA1	8	18,82	±	0,964	9	18,35 ^{a}	±	0,787	0,707	N.S.
CRA3	8	19,28	±	0,681	9	17,43 ^{b}	±	0,714	0,083	N.S.
CRA6	8	20,04	±	0,583	9	17,46 ^{b}	±	0,293	1,00E-03	***
P		N.S.				**				
PCC	8	363,63	±	12,517	9	236,28	±	11,385	2,00E-06	***
pH45	8	6,47 ^{a}	±	0,059	9	6,48 ^{a}	±	0,055	0,867	N.S.
pH24	8	5,54 ^{b}	±	0,034	9	5,49 ^{b}	±	0,021	0,23	N.S.
pH48	8	5,55 ^{b}	±	0,021	9	5,52 ^{b}	±	0,019	0,303	N.S.
pH 3	8	5,54 ^{b}	±	0,024	9	5,48 ^{b}	±	0,021	0,068	N.S.
pH 6	8	5,53 ^{b}	±	0,030	9	5,49 ^{b}	±	0,021	0,264	N.S.
P		***				***				
Dure1	8	4,913 ^{a}	±	0,2489	8	3,9282	±	0,2364	0,012	*
Dure3	8	4,3672 ^{ab}	±	0,2093	8	4,0666	±	0,2397	0,361	N.S.
Dure6	8	3,9816 ^{b}	±	0,1773	8	3,6898	±	0,2095	0,306	N.S.
P		*				N.S.				
Elas1	8	4,9972 ^{a}	±	0,3674	8	4,0401	±	0,2349	0,046	*
Elas3	8	4,5511 ^{ab}	±	0,2405	8	4,0298	±	0,246	0,152	N.S.
Elas6	8	4,0243 ^{b}	±	0,1846	8	4,0276	±	0,173	0,990	N.S.
P		*				N.S.				
Jugo1	8	2,3206	±	0,279	8	3,6028 ^{a}	±	0,258	0,005	**
Jugo3	8	2,4343	±	0,1929	8	3,1951 ^{ab}	±	0,2608	0,034	*
Jugo6	8	2,8595	±	0,2168	8	2,8148 ^{b}	±	0,1787	0,876	N.S.
P		N.S				*				
Sens1	8	2,5285	±	0,2107	8	2,9827	±	0,2228	0,161	N.S.
Sens3	8	2,4426	±	0,1848	8	2,9418	±	0,2006	0,089	N.S.
Sens6	8	3,0047	±	0,2127	8	2,4963	±	0,1921	0,098	N.S.
P		N.S				N.S.				
Aprec1	8	4,5431	±	0,259	8	5,1268	±	0,204	0,099	N.S.
Aprec3	8	4,8888	±	0,2072	8	5,3805	±	0,1755	0,092	N.S.
Aprec6	8	4,5246	±	0,1686	8	5,064	±	0,1142	0,019	*
P		N.S				N.S.				
Flav1	8	4,4693	±	0,0734	8	4,7003	±	0,1885	0,273	N.S.
Flav3	8	4,6237	±	0,1886	8	4,9867	±	0,1962	0,203	N.S.
Flav6	8	4,4302	±	0,2321	8	4,6397	±	0,189	0,495	N.S.
P		N.S				N.S.				
Mastic1	8	21,389	±	1,8456	8	18,927 ^{a}	±	1,012	0,262	N.S.
Mastic3	8	21,092	±	1,5288	8	17,878 ^{ab}	±	1,0125	0,102	N.S.
Mastic6	8	18,602	±	1,6473	8	15,592 ^{b}	±	0,8189	0,124	N.S.
P		N.S				**				

N.S.: no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001; a,b,c: medias en la misma columna seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre si (P<0,05).
TPA: variables Dur, Elast y Mast. Anál. sensorial: variables Dure, Elas, Jugo, Sens, Aprec, Flav y Mastic.

EFECTO DEL PESO AL SACRIFICIO, EL SEXO Y EL EXTRUSIONADO DE LA DIETA SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE EN TERNEROS DE RAZA FRISONA.

Martínez-Cerezo, S. [1]; Sañudo, C.[1]; Olleta, J.L. [1]; Panea, B. [1]; Serrano, X. [2]; Castrillo, C. [1]

[1]Fac. Veterinaria Zaragoza, Área de Producción Animal. C/ Miguel Servet, 177. Zaragoza 50013.
[2]Cooperativa Técnica Agropecuaria, SCCL. Bellpuig

INTRODUCCIÓN

La especialización productiva ha convertido a la raza Frisona en una raza marcadamente lechera, en la que se ha prestado poca atención a la producción de terneros para carne, los cuales han sido considerados un subproducto. Dado el elevado número de cabezas de hembras Frisonas en España (aprox. $1,3.\ 10^6$) se plantea la necesidad de buscar un destino comercialmente rentable al ternero frisón macho y que, además, sea bien aceptado por el consumidor. Para lo cual se requieren estudios detallados de la influencia que, sobre la calidad del producto, ejercen los diferentes factores del sistema productivo. Por ello, en el presente trabajo, se estudia el efecto del sexo (macho entero *vs* castrado), del peso al sacrificio y del extrusionado o no de la dieta sobre la calidad.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se utilizaron 56 terneros de raza Frisona, 28 machos enteros y 28 machos castrados. La mitad fueron sacrificados a los 253.0 ± 5.2 kg (ligeros) y la otra mitad a los 406.2 ± 14.2 kg (pesados). Los animales recibieron desde los 100 kg hasta el sacrificio pienso concentrado (Tabla 1) y paja, ambos *"ad libitum"*. El concentrado se ofreció de dos formas: extrusionado y no extrusionado. Los datos se analizaron según un diseño factorial 2 (pesos) x 2 (sexos) x 2 (presentaciones de concentrado). Un animal (pesado, castrado y alimentado con concentrado no extrusionado) fue eliminado.

El sacrificio se llevó a cabo en el matadero de MercaZaragoza. Con un día de maduración se extrajo el músculo *Longissimus thoracis* (T9-T10), el cual se fileteó en fracciones de 2 cm de espesor, se envasó al vacío y se maduró a 4°C hasta el día 7 *post-mortem*. Posteriormente se congeló hasta el momento de su análisis.

Una vez descongeladas las muestras en agua corriente, éstas fueron cocinadas en un grill de doble placa hasta que alcanzaron una temperatura interna de 70° C. Las muestras fueron presentadas, a un grupo de 8 catadores entrenados, de dos maneras distintas: platos de 4 muestras (para comparar efectos sexo y dieta, dentro del mismo peso de sacrificio) y platos de 2 muestras (para comparar efecto peso, dentro de un mismo sexo y tipo de dieta).

Sobre una escala continua estructurada de 100 puntos se valoraron una serie de descriptores (ver tabla 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (considerando los 112 juicios por tratamiento: 7 terneros x 8 catadores x 2 repeticiones) fueron analizados mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SPSS 8.0 para Windows; considerándose tres efectos fijos (peso, sexo y dieta) y sus interacciones.

Tabla 1. *Composición, en materias primas, del concentrado g/kg, según fase del periodo de cebo.*

INGREDIENTES	Periodo de 100-250 kg	Periodo de 250 kg hasta sacrificio
Maíz	350	380
Cebada	208	206
Soja 44	79	46
Altramuces	120	120
Terceras	80	80
Gluten	100	100
Grasa	31	37
Carbonato	17	16
Bicarbonato	5	5
Sal	4	4
Magnesita	2	2
Corrector	4	4

El valor de F de los efectos considerados y sus interacciones se pueden ver en la Tabla 2 y los valores medios (x) con su desviación estándar (s.d.) en la Tabla 3.

Tabla 2. *Cuantificación de efectos (valor de F)* según peso al sacrificio, sexo (machos enteros y castrados) y dieta (pienso extrusionado o no) en la calidad sensorial de la carne de terneros Frisones.*

	Peso (P)	Sexo (S)	Dieta (D)	P x S	P x D	S x D	P x S x D
Intensidad olor	N.S	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Terneza	101.81	24.92	N.S.	66.92	2.74	N.S.	N.S.
Jugosidad	51.42	10.13	N.S.	27.58	N.S.	N.S.	N.S.
Residuo	19.68	N.S.	N.S.	20.36	N.S.	N.S.	N.S.
Flavor vacuno	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Calidad flavor	N.S.	20.81	N.S.	4.87	N.S.	N.S.	N.S.
Aceptación	7.57	32.62	N.S.	25.19	N.S.	N.S.	N.S.

* Si la F no es significativa, se sustituye su valor por N.S.

Según los resultados del modelo utilizado se observa (Tablas 2 y 3) que el efecto dieta no fue significativo en ningún caso.

Sin embargo, tanto el peso al sacrificio (Macíe et al., 2000) como el sexo (Touraille, 1982) de los animales afectaron de forma significativa a la terneza, jugosidad y aceptación de la carne. No obstante, también fue significativa la interacción entre peso y sexo. Así, el efecto sexo sólo se manifestó en los animales pesados, siendo los castrados más tiernos, de acuerdo con los resultados de Dransfield et al. (1984), más jugosos y de mejor aceptación. Los animales pesados castrados también mostraron una mayor calidad de flavor que los enteros. Por otra parte, el efecto peso sólo se manifestó de forma significativa en los animales enteros, donde encontramos que los ligeros son más tiernos, coincidiendo con Boccard y Bordes (1986), más jugosos y mejor

aceptados. Así mismo, los animales enteros ligeros presentaron menor cantidad de residuo que los pesados.

Tabla 3. *Efecto del peso al sacrificio, el sexo y el tipo de concentrado: Extrusionado (Extr.) o no (No extr.) en la calidad sensorial de la carne de terneros Frisones.*

		LIGEROS (253.0 ± 5.2 Kg)				PESADOS (406.2 ± 14.2 Kg)			
		ENTEROS		CASTRADOS		ENTEROS		CASTRADOS	
		Extr.	No extr.	Extr.	No extr.	Extr.	No extr.	Extr.	No extr.
Intensidad olor vacuno	×	52.74	54.27	52.91	52.45	53.85	51.37	50.48	51.27
	s.d	19.30	19.10	18.20	18.13	17.57	19.58	18.55	18.13
Terneza	×	77.81^{by}	74.75^{ay}	73.19^{ay}	72.73^{ax}	57.03^{ax}	56.83^{ax}	69.40^{bx}	72.54^{bx}
	s.d	12.63	12.77	15.19	12.60	19.88	20.46	15.87	11.14
Jugosidad	×	67.46^{ay}	64.76^{ay}	65.10^{ay}	62.79^{ax}	53.38^{ax}	53.34^{ax}	61.58^{bx}	62.36^{bx}
	s.d	12.75	14.46	14.70	13.84	17.70	17.95	14.62	13.65
Residuo	×	29.44^{x}	32.59^{x}	34.94^{x}	36.90^{x}	44.46^{y}	43.55^{y}	36.55^{x}	34.91^{x}
	s.d	19.81	20.32	21.46	21.56	24.39	22.26	21.89	20.38
Intensidad flavor vacuno	×	59.51	59.07	60.04	58.65	58.43	56.45	57.92	59.70
	s.d	16.49	16.72	14.48	14.95	12.80	14.13	15.33	15.15
Calidad flavor	×	63.78^{a}	62.82^{a}	65.48^{a}	65.49^{a}	60.23^{a}	60.40^{a}	66.37^{b}	67.23^{b}
	s.d	15.94	17.37	13.34	12.14	13.78	13.79	12.44	11.67
Aceptación	×	69.68^{ay}	66.19^{ay}	68.99^{ax}	68.29^{ax}	59.82^{ax}	60.50^{ax}	70.37^{bx}	71.52^{by}
	s.d	16.16	18.34	13.96	12.39	16.02	15.12	13.75	11.52

a, b- Letras distintas en la misma fila implican diferencias entre sexos para un mismo peso y dieta.
x, y- Letras distintas en la misma fila implican diferencias entre pesos para un mismo sexo y dieta.

Por tanto, en terneros Frisones, el extrusionado de la dieta no afecta a la calidad sensorial de la carne. Además, la castración de los animales permite llevarlos a pesos más elevados sin repercusiones negativas sobre la calidad de la carne, no así en los animales enteros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

* **Boccard, R. and Bordes, P. (1986).** Caractéristiques quantitatives et technologiques des viandes bovines: influence des facteurs de production. In: Production de Viande Bovine. INRA. Paris, pp.61-84.

* **Dransfield, E., Nute, G.R. and Francombe, M.A. (1984).** Comparison of eating quality of bull and steer beef. Animal Production (39), pp.37-50.

* **Macíe, S.E., Sañudo, C., Olleta, J.L., Panea, B., Campo, M.M. and Albertí, P. (2000).** Slaughter weight and breed group effects on consumer beef meat quality appraisal throughout ageing. Proceedings of 46th ICoMST, pp 62-63.

* **Touraille, C. (1982).** Influence du sexe et de l´âge à l´abattage sur les qualités organoleptiques des viandes de bovins limousins abattus entre 16 et 33 mois. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. INRA (48) pp.83-89.

AGRADECIMIENTOS

A Eros Mamaqi, Juan Francisco Pardos, Juan José Pardos y Marta Zatorre, por su colaboración en el trabajo.

Al Servicio de Apoyo a la Experimentación Animal por facilitar instalaciones y personal para el cebo de los animales.

Trabajo financiado por la Cooperativa Técnica Agropecuaria, SCCL. de Bellpuig, a través del proyecto CDTI, TAM/1999-0109.

EFECTO DEL TIPO RACIAL Y DEL PESO AL SACRIFICIO SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE VACUNO A LO LARGO DE LA MADURACIÓN. ADJETIVOS NO SOLICITADOS.

Panea, B.[1], Martínez-Cerezo, S.[1], Macíe, E.S.[1], Olleta, J.L.[1], Campo, M.M.[1], Pardos, J.J.[1], Albertí, P.[2] y Sañudo, C.[1]

[1] Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza

[2] Servicio de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de la DGA

INTRODUCCIÓN

El análisis sensorial se basa en la utilización de un panel de catadores entrenados que valora una serie de descriptores compendiados en lo que se conoce como "perfil sensorial". Adicionalmente, es bastante común que a los miembros del panel se les inste a describir cuantas sensaciones, no recogidas en el mencionado perfil, perciban durante la cata del producto, adjetivos a los que hemos llamado no solicitados. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar si existe un efecto del tipo racial y/o del peso al sacrificio sobre el tipo y frecuencia de aparición de estos adjetivos no solicitados.

MATERIAL Y MÉTODOS

En dos años consecutivos se sacrificaron un total de 112 añojos pertenecientes a 7 razas españolas, que para su análisis estadístico fueron agrupados de la siguiente manera (Campo, 1999): 16 animales de tipo culón,16 animales de doble aptitud carne-leche, 32 animales de crecimiento rápido y 48 animales de tipo rústico.

Los animales fueron cebados con concentrado y paja a voluntad y sacrificados en Mercazaragoza en dos lotes: uno ligero, sacrificado con 300 kg de peso vivo, y otro pesado, sacrificado al alcanzar los 550 kg de peso vivo. A las 24 horas tras el sacrificio, se extrajo el *Longissimus thoracis y lumborum* de la media canal izquierda, que fue fileteado en filetes de 2 cm. de grosor. Éstos fueron envasados al vacío y mantenidos a 4ºC durante 1, 3, 7 ó 21 días, periodo tras el cual fueron congelados a –18ºC. El día del análisis, los filetes fueron descongelados en agua corriente hasta alcanzar los 15-17ºC de temperatura interna. Los filetes se cocinaron en un grill de doble placa a 200ºC, hasta que la temperatura en el centro del filete alcanzó los 70ºC.

El panel estaba compuesto por 11 catadores, que trabajaron en sesiones de 1 hora de duración. Se utilizó un diseño de bloques completos, de modo que se compararon todas las razas dentro de un mismo peso y maduración, los dos pesos dentro de cada raza y maduración o los 4 tiempos de maduración dentro de cada peso y raza.

Los datos se trataron con el paquete estadístico SPSS 8.0 (1998). Se calculó la frecuencia de aparición de cada adjetivo y se llevó a cabo una prueba Chi-cuadrado considerando separadamente los efectos peso y tipo racial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hemos encontrado escasas diferencias significativas entre grupos raciales o entre pesos para los adjetivos no solicitados (Tablas 1 y 2).

Tabla 1.- Efecto del grupo racial sobre la frecuencia de aparición de adjetivos no solicitados

Adjetivo no solicitado	Grupo culón	Grupo de doble propósito	Grupo de crecimiento rápido	Grupo rústico	X^2 *(p)*
Olores ácidos *(1)*	24	24	24	24	n.s.
Olores dulces*(2)*	9	15	15	14	n.s.
Olores grasos	18	9	15	8	n.s.
Olores húmedos *(3)*	18	9	15	8	n.s.
Olores pútridos *(4)*	24	24	24	24	n.s.
Olores químicos	15	6	6	10	n.s.
Olores rancios	24	21	19.5	20	n.s.
Olores tostados	24	21	22.5	24	n.s.
Olores extraños *(5)*	18	18	10.5	18	n.s.
Flavores ácidos*(1)*	24	21	22.5	24	n.s.
Flavores dulces *(2)*	6	18	13.5	10	8.38 *(0.05)*
Flavores grasos	15	24	21	23	n.s.
Flavores amargos	18	21	16.5	20	n.s.
Flavores húmedos *(3)*	24	18	24	21	n.s.
Flavores pútridos *(4)*	21	21	21	24	n.s.
Flavores químicos	9	3	3	2	6.08 *(0.1)*
Flavores rancios	24	24	24	24	n.s.
Flavores tostados	24	21	21	23	n.s.
Flavores metálicos	18	24	21	18	n.s.
Flavores extraños *(5)*	9	15	9	11	n.s.
Texturas harinosas	15	0	9	6	4.44(*) *(0.01)*
Texturas elásticas	9	18	10.5	14	n.s.
Residuo	18	18	21	21	n.s.
Otras texturas *(6)*	3	9	6	4	n.s.

(*) calculado sólo con los valores distintos de cero; (1) cítrico, agrio, vinagre....; (2) bizcocho, caramelo, flan...; (3) hierba, setas, tierra...(4) hígado, azufrado, orina... (5) cartón, cuero, pelo, escatol, especias, pescado...(6) crepitante, crujiente, ruido a la masticación...

En relación con **el tipo racial**, podemos ver que la carne de los animales del grupo culón presentó en menos ocasiones flavores u olores dulces, quizá debido a diferencias en la degradación proteica y en el perfil de compuestos volátiles en los animales de doble musculatura (Campo *et al.*, 1999). Por otra parte, la carne de los animales de tipo culón tendió a resultar más "harinosa" que el resto, mientras que este atributo no fue nunca detectado en la carne de los animales del grupo de doble propósito. El término "harinoso" vendría a describir una sensación opuesta a la de "fibrosidad" y podría estar relacionado con una mayor solubilidad del tejido conjuntivo en los animales de tipo culón (Kopp y Bonnet, 1981).

En relación con el **peso al sacrificio**, la carne de los animales ligeros presentó en un mayor número de ocasiones flavores químicos y extraños que la carne de los animales pesados, lo que podría estar relacionado con diferencias en los fenómenos proteolíticos a lo largo de la maduración en función del peso vivo al sacrificio (Macíe *et al.*, 2000).

En conclusión, ni el tipo racial ni el peso al sacrificio de los animales han tenido una incidencia especialmente significativa sobre la aparición de adjetivos no solicitados proporcionados por un panel de catadores.

Tabla 2.- Efecto del peso vivo al sacrificio sobre la frecuencia de aparición de adjetivos no solicitados

Adjetivo no solicitado	Ligeros (300 kg)	Pesados (550 kg)	X^2 *(p)*
Olores ácidos	48	48	n.s.
Olores dulces	22.5	30.5	n.s.
Olores graso	19	31	n.s.
Olores húmedo	44	39.5	n.s.
Olores pasado	48	48	n.s.
Olores químicos	21	16	n.s.
Olores rancios	47	37.5	n.s.
Olores tostados	48	43.5	n.s.
Olores extraños	39	25.5	n.s.
Flavores ácidos	46.5	45	n.s.
Flavores dulces	25.5	22	n.s.
Flavores grasos	41	42	n.s.
Flavores amargos	39	36.5	n.s.
Flavores húmedos	43	44	n.s.
Flavores pasados	42	45	n.s.
Flavores químicos	16	1	63.36 *(0.01)*
Flavores rancios	48	48	n.s.
Flavores tostados	48	41	n.s.
Flavores metálicos	47	34	n.s.
Flavores extraños	32	12	11.46 *(0.01)*
Texturas harinosas	14.5	15.5	n.s.
Texturas elásticas	27	24.5	n.s.
Residuo	37	41	n.s.
Otras texturas	3.5	18.5	19.11 *(0.01)*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• *Campo, M.M., Sañudo, C., Panea, B., Albertí, P y Santolaria, P. (1999). Meat Science, 51: 383-390.* • *Campo, M.M. (1999). Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de Zaragoza.* • *Kopp, J. y Bonnet*, M. (1981). *Proc. du 27ème congrés Européen des chercheurs en viande, 27: 112-115.* • *Macíe, S.E., Sañudo, C., Olleta, J.L., Panea, B., Campo, M.M. y Albertí, P. (2000). Proccedings of 46th ICoMST:62-63.*

Agradecemos al proyecto INA SC97/019, al MAPA y a INVAC el apoyo financiero.

EFECTO DEL NIVEL DE INGESTIÓN DE LECHE SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE TERNEROS LECHALES DE RAZA PARDA

Vieira, C[1]., García, M.D.[1], Cerdeño, A.[2], Mantecón, A. R.[2]
[1] Estación Tecnológica de la Carne. J. de C.y L. Apdo.58-37770 Guijuelo (Salamanca)
[2] Estación Agrícola Experimental, CSIC. Apdo. 788-24080 León.

INTRODUCCIÓN

La carne de terneros lechales ha sido asociada, tradicionalmente, con una carne de calidad por su jugosidad, terneza y aceptabilidad general. De los múltiples factores que pueden afectar a la calidad de la carne es de destacar la alimentación y, de manera especial, el nivel de ingestión durante el periodo de crecimiento, por cuanto puede afectar a la composición de la ganancia de peso.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de una restricción en la ingestión de leche durante el primer periodo de crecimiento sobre las características indicativas de la calidad de la carne, en terneros lechales de raza Parda.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 17 terneros de raza parda que fueron distribuidos en 2 grupos experimentales. El grupo "ad libitum" fue alimentado con leche entera de vaca *ad libitum*. El grupo "restringido" recibió el mismo alimento pero a un nivel de ingestión del 80 % del grupo "ad libitum" durante los 2,5 primeros meses de vida de los terneros, para pasar posteriormente a recibir una ración *ad libitum* hasta el momento del sacrificio, que para ambos grupos se realizó a los 5 meses.

Una vez sacrificados los animales y tras 24 horas de oreo a 4° C, se tomaron, en la media canal izquierda, las medidas de los parámetros colorimétricos: luminosidad (L*), índice de rojo (a*), e índice de amarillo (b*) de los músculos *Cutaneus trunci* y *Pectoralis*, así como de la grasa subcutánea, en la zona comprendida entre la 6ª y la 10ª costilla, utilizando para ello un espectrocolorímetro Minolta CM-2002.

Se seccionó la parte correspondiente a la 6° costilla de dicha media canal y se midieron los parámetros colorimétricos del músculo *Longissimus thoracis* y el área de del mismo. Posteriormente, esta sección se envasó y mantuvo a -20°C para, una vez descongelada, realizar la separación de los siguientes componentes: hueso, músculo, grasa subcutánea, grasa intermuscular y otros. En el *L. Thoracis* se determinaron los parámetros químicos: pigmentos hemínicos (Horsney 1956), colágeno total el método oficial y colágeno soluble (Hill, 1966).

De la sección del *L. Thoracis* comprendida entre las costillas 7ª y 11ª, se separaron 2 filetes en los que se determinó la capacidad de retención de agua mediante el cálculo de las pérdidas por goteo (Honikel, 1997) y las pérdidas por presión (Vallejo, 1971). Estas muestras fueron utilizadas para la determinación de: humedad por liofilización, grasa bruta y proteína bruta de acuerdo con los métodos de la AOAC (1990) y la energía bruta mediante bomba calorimétrica adiabática. El resto de la sección se dividió en dos mitades que se envasaron, se mantuvieron a 4°C durante 7 días y posteriormente fueron pesadas y congeladas. Una vez descongeladas, en la mitad craneal se determinaron las pérdidas por congelación, las perdidas por cocción, y la textura medida de forma instrumental con un texturómetro TA-XT2 (Honickel, 1997). Dichas medidas fueron: compresión al 20 % en carne cruda (kg/cm^2), compresión al 80 % en carne cruda (kg/cm^2) y fuerza máxima de corte (kg) en carne cocinada mediante la sonda Warner-Bratzler. En la mitad caudal, se realizó un análisis sensorial (UNE 87-008-92), con la participación de 8 catadores entrenados que evaluaron el olor, la terneza, la jugosidad, el flavor y

la aceptabilidad de las muestras en una escala de 1 a 10. Asimismo, se realizaron pruebas triangulares para detectar diferencias entre los niveles de ingestión considerados. Los análisis estadísticos de los resultados se llevaron a cabo por el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SPSS 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal y como se indica en la tabla 1, el contenido en humedad, grasa bruta, proteína bruta y energía del *L. thoracis* no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos experimentales.

En cuanto a los valores obtenidos para el porcentaje de colágeno en el *Longissimus thoracis*, si se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre los tratamientos, correspondiendo el mayor valor para los animales que recibieron una alimentación restringida durante la primera etapa del crecimiento. Respecto a los datos obtenidos para el contenido de colágeno soluble, también se encontró una tendencia ($p<0,1$) a ser mayor el valor en el grupo "restringido".

Tabla 1: Composición del músculo *L. thoracis*.

	Ad libitum	Restringido	RSD	Signific
Humedad	75,74	76,59	1,513	ns
Grasa Bruta (% MS)	5,43	5,89	2,054	ns
Proteína Bruta (% MS)	90,63	90,92	1,929	ns
Colágeno total (% MS)	0,32	0,35	0,047	*
Colágeno soluble (% MS)	0,09	0,14	0,048	+
Mioglobina (mg/g)	2,06	2,41	0,975	ns
Energía B. (Mcal/kg MS)	5,23	5,23	0,236	ns

* = P<0,05 + = P<0,1 ns = p>0,10

Los valores de los parámetros colorimétricos (L*, a* y b*) del músculo *C. trunci* fueron 50,61, 7,72 y 10,05 para el grupo "ad libitum" y 50,29, 8,97 y 11,01 para el grupo "restringido". En el en el músculo *Pectoralis,* los valores de los parámetros colorimétricos fueron: 42,49, 13,06 y 9,89 para el tratamiento "ad libitum" y 40,52, 15,31 y 11,42 para el "restringido. Para la grasa subcutánea los valores obtenidos para estos parámetros fueron: 72,76, 0,57 y 2,65 para el grupo "ad libitum" y 71,10, 0,43 y 3,62 para el grupo "restringido". En ninguna de estas localizaciones se encontraron diferencias significativas para los parámetros colorimétricos entre los niveles de ingestión estudiados.

Los valores de los parámetros colorimétricos obtenidos en el *Longissimus thoracis* a nivel de la 6ª costilla se muestran en la tabla 2. Como se puede apreciar tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos estrategias de alimentación consideradas, lo cual coincide con la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en el contenido de mioglobina, tal y como se indica en la tabla 1. Los valores relativos al índice de rojo, son ligeramente superiores a los encontrados en la bibliografía para terneros lechales (Guignot, 1992), debido probablemente a que en estos casos se utilizaron sustitutivos lácteos con niveles de hierro inferiores a los de la leche de vaca.

La capacidad de retención de agua, tanto medida como pérdidas por goteo como por pérdidas por presión, no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos experimentales. Los valores obtenidos para las pérdidas por goteo fueron de 3,05% y 3,19% y para las perdidas por presión 17,35% y 18,22% para los tratamientos "ad libitum" y "restringido", respectivamente.

El porcentaje de peso perdido tras la descongelación de las muestras fue del 2,63 % para el tratamiento "ad libitum" y del 1,84 % para el "restringido", no

existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos. En cuanto a las pérdidas durante el cocinado, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos experimentales, siendo los valores de 20,68% y 21,49% para los tratamientos "ad libitum" y "restringido", respectivamente.

Los porcentajes de las fracciones obtenidas tras la disección de la 6º costilla para los tratamientos "ad libitum" y "restringido" fueron los siguientes: 17,66 y 20,02 para el hueso; 51,60 y 50,05 para el músculo; 3,08 y 2,34 para la grasa subcutánea y 9,94 y 8,47 para la grasa intermuscular. Para ninguna de estas fracciones se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos niveles de ingestión estudiados.

En la tabla 2 se muestran los valores obtenidos para los parámetros relativos a la textura, fuerza de compresión al 20 % y al 80 % medida en carne cruda, así como para la fuerza máxima de corte en carne cocida. Para ninguno de los tres parámetros se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados.

También en la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos del análisis sensorial del *Longissimus thoracis*. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P<0,5$) para la terneza, resultando más tierna la de los terneros que recibieron alimentación *ad libitum* durante todo el periodo. También estos animales presentaron una intensidad de flavor ligeramente superior ($P<0,1$) al otro grupo. En la prueba triangular realizada, los catadores fueron capaces de diferenciar la carne de ambos tratamientos experimentales, lo que evidencia que la terneza sería uno de los parámetros sensoriales más valorado.

Tabla 2: Parámetros colorimétricos, parámetros relacionados con la textura medida de forma instrumental y evaluación sensorial del músculo *L. thoracis*.

	Ad libitum	Restringido	RSD	Signific.
Luminosidad (*l. thoracis*)	45,48	44,46	3,508	ns
Indice de rojo (*l. thoracis*)	8,20	8,70	2,282	ns
Indice de amarillo (*l. thoracis*)	10,63	10,32	1,302	ns
Textura compresión 20% (kg/cm^2)	0,15	0,18	0,041	ns
Textura compresión 80% (kg/cm^2)	12,30	14,30	2,469	ns
Textura Warner-Bratzler (kg)	6,14	6,01	1,690	ns
Olor[a]	5,12	5,50	0,577	ns
Terneza[a]	5,62	4,69	0,654	*
Jugosidad[a]	4,28	3,98	0,679	ns
Flavor[a]	5,14	4,67	0,532	+
Aceptabilidad[a]	4,15	4,07	0,652	ns

* = $p<0,05$ + = $p<0,1$ ns = $p>0,10$

a: escala creciente del 1 al 10.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del proyecto INIA SC 99-013-C2-1

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

AOAC (1990). Association Official Analytical Chemist.

GUIGNOT, F., QUICHINI, Y., RENERRE, M., LACOURT, A., MONIN, G. (1992). *J. Sci. Food Agric.*, **58**, 523-539.

HORNSEY, H. C. (1956). *J. Sci. Food Agric.*, **8**, 534-540

HONICKEL, K. O. (1997). *Meat Sci.*, **49**, 447-457

HILL, F. (1966). J. Food Sci. , 31, 161-166.

UNE 87-008-92. R. 17.2.92. BOE 75, 27.3.92.

VALLEJO, M. (1971). Anales de la facultad de veterinaria de Zaragoza, VI (6), 263-329.

EFECTO DEL NIVEL DE INGESTIÓN EN LA COMPOSICIÓN Y REPARTO DE LA GRASA DE TERNEROS LECHALES

Vieira, C., Guirao, J., García, M.D.
Estación Tecnológica de la Carne. Junta de Castilla y León
Apdo. 58-3770 Guijuelo (Salamanca)

INTRODUCCIÓN

La preferencia de buena parte de los consumidores por la carne de terneros lechales, se debe entre otros factores, a las características especiales de su grasa.

Las piezas de carne procedentes de terneros alimentados exclusivamente con leche de vaca, se caracterizan por la escasa presencia de grasa visible, tanto en la fracción subcutánea como en la intermuscular, además de presentar una baja infiltración grasa en sus músculos.

Existen numerosos trabajos (Hornick, et al. 1998; Yang, et al., 1999; De Smet, et al., 2000), sobre el efecto de la alimentación en la composición y reparto de la grasa en rumiantes adultos, pero existe escasa información sobre este aspecto para los terneros lechales.

Por ello, hemos considerado interesante, estudiar el efecto del nivel de ingestión en la composición en ácidos grasos, de distintas fracciones o localizaciones de grasa en la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras proceden de 17 terneros lechales de raza Parda distribuidos en dos tratamientos experimentales en función del nivel de ingestión. Uno de los grupos estuvo formado por 8 terneros que dispusieron durante todo el experimento de leche de vaca a voluntad, administrada en dos tomas diarias. Los 9 animales restantes, recibieron una alimentación en dos fases: durante los primeros 2.5 meses recibieron una dieta restringida (80%, del grupo primero), para posteriormente pasar a una alimentación ad libitum. El sacrificio de todos los animales se realizó a los 5 meses.

De la media canal izquierda, se separó la sección correspondiente a la 6ª costilla, que fue diseccionada para obtener entre otras, las siguientes fracciones: grasa subcutánea, grasa intermuscular y *longissimus thoracis*, que se pesaron individualmente.

De las dos primeras fracciones lipídicas, previamente purificadas, se determinó el punto de fusión (AOCS, 1993) y se obtuvo el perfil de ácidos grasos, por GC. La preparación de los ésteres metílicos para la inyección en el cromatógrafo se realizó en frío de acuerdo con la norma UNE 84-063-87.

El porcentaje de grasa intramuscular fue determinado por espectroscopía en el infrarrojo cercano en modo transmitancia (Josemaria, et al., 1999). La extracción de la grasa del *longissimus thoracis*, se realizó utilizando la técnica de Bligh & Dyer (1959). La preparación de los ésteres metílicos de la grasa extraída se realizó mediante la técnica de Morrison & Smith (1964).

El análisis estadístico para los porcentajes de las distintas fracciones grasas se realizó por una ANOVA de una vía (nivel de ingestión), y para los porcentajes de los distintos ácidos grasos, se utilizó el procedimiento GLM tomando como variables independientes el nivel de ingestión y la localización de la grasa. Asimismo se realizó un análisis de correlación para los parámetros estudiados. El programa utilizado fue el SPSS 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los porcentajes de las fracciones de grasa procedentes de la disección de la sección correspondiente a la 6ª costilla, así como el nivel de grasa intramuscular del *longissimus dorsi*, se muestran en la tabla 1. Como se puede apreciar no se encontraron diferencias significativas entre los dos niveles de ingestión considerados.

Tabla 1: porcentaje de grasa subcutánea e intermuscular en la sección correspondiente a la 6ª costilla, porcentaje de grasa intramuscular en el *longissimus thoracis* de dicha sección y punto de fusión de las dos primeras fracciones grasas.

	Nivel de ingestión		Análisis de varianza	
Parámetro	**Ad libitum**	**Restringido**	**RSD**	**significación**
Subcutánea (%)	3.08	2.34	1.175	ns
Intermuscular (%)	9.94	8.47	1.848	ns
Intramuscular (%MF)	1.29	1.51	0.367	ns
P. fusión subcutánea	37.6	37.8	0.634	ns
P. fusión intermuscular	39.0	39.1	0.342	ns

ns: no significativo

En la misma tabla se muestran también los puntos de fusión obtenidos para la grasa intermuscular y la subcutánea, no observándose tampoco diferencias entre los dos tratamientos.

El porcentaje de los distintos ácidos grasos identificados mediante cromatografía de gases, así como las proporciones de los distintos tipos, dependiendo de su grado de saturación, se muestran en la tabla 2.

Existen diferencias altamente significativas entre las distintas localizaciones de la grasa, correspondiendo la mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados a la grasa intramuscular y el mayor porcentaje de monoinsaturados a la subcutánea, siendo la intermuscular, la fracción más saturada.

Esta distribución de los distintos tipos de ácidos grasos, en función de su grado de saturación, coincide con los resultados obtenidos por Hornick, et al. (1998), quien asocia el alto grado de insaturación de la grasa intramuscular al predominio de fosfolípidos estructurales ricos en ácidos grasos insaturados, en esta fracción.

Se encontraron diferencias significativas en el grado de saturación de la grasa en función de los niveles de ingestión estudiados. En este sentido, los animales que recibieron leche de vaca *ad libitum* durante todo el periodo experimental, presentaron en conjunto una grasa más insaturada ($p<0,05$), debido en buena medida al mayor porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados ($p<0,05$), ya que no se observaron diferencias en la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados en función del nivel de ingestión. De hecho para el ácido oleico (C18:1) si bien no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres localizaciones consideradas, si se encontraron ($p<0,01$) entre los dos niveles de ingestión, resultando mayor el valor para los animales que recibieron alimentación *ad libitum* durante todo el periodo experimental.

El mayor porcentaje de grasa saturada ($p<0,05$), correspondió a los terneros que consumieron una dieta restringida durante los primeros meses del experimento.

Mediante el análisis de correlación realizado, se observó la existencia de una correlación positiva entre el porcentaje de grasa intramuscular y el grado de

saturación de la misma ($p<0,05$). Asimismo, se comprobó la esperada correlación positiva entre el punto de fusión y el grado de saturación de la grasa ($p<0,05$).

Tabla 2: porcentaje de los distintos ácidos grasos, en función del tratamiento (nivel de ingestión) y de la localización de la grasa analizada.

	Nivel de ingestión		Localización			Análisis de varianza			
Parám.	*Ad libitum*	*Restring.*	*Subcut.*	*Intermus.*	*Intramus.*	N. I.	Loc	NI*L	RSD
C12:1	0.28	0.31	0.37^{a}	0.41^{a}	0.08^{b}	ns	***	ns	0.116
C14:0	6.33	6.82	7.51^{a}	7.83^{a}	4.56^{b}	*	***	ns	0.709
C16:0	27.64	28.15	28.78^{a}	29.40^{a}	25.31^{b}	+	***	ns	0.894
C16:1	4.48	4.49	5.91^{a}	4.06^{b}	3.45^{c}	ns	***	ns	0,561
C17:0	0.75	0.66	0.79^{b}	0.97^{a}	0.60^{c}	*	***	ns	0.120
C17:1	0.59	0.59	0.77^{a}	0.65^{a}	0.35^{b}	ns	***	ns	0.188
C18:0	11.48	11.73	9.16^{b}	13.00^{a}	12.66^{a}	*	***	ns	0.600
C18:1	36.57	34.76	36.14	34.74	35.96	**	ns	ns	2.288
C18:2	3.60	3.69	1.44^{b}	1.86^{b}	8.03^{a}	ns	***	ns	0.926
C18:3	0.55	0.67	0.22^{b}	0.38^{b}	1.31^{a}	+	***	*	0.273
C20:0	0.08	0.07	0.10^{a}	0.10^{a}	0.01^{b}	ns	***	ns	0.271
C20:1	0.09	0.07	0.10	0.11	0.04	ns	ns	ns	0.227
SFA	46.28	47.43	46.34^{b}	51.14^{a}	43.17^{b}	**	***	ns	8.922
UFA	46.17	44.59	44.95^{b}	42.22^{c}	49.22^{a}	*	***	ns	2.425
MUFA	41.43	39.63	42.52^{a}	39.32^{b}	39.53^{b}	*	**	ns	1.049
PUFA	4.15	4.37	1.66^{b}	2.25^{b}	9.33^{a}	ns	***	ns	1.972
No id.	7.55	7.81	8.71	6.64	7.79	ns	ns	ns	1.972

SFA: ácidos grasos saturados; UFA: ácidos grasos insaturados; MUFA: ácidos grasos monoinsaturados; PUFA: ácidos grasos poliinsaturados; No id.: ácidos grasos no identificados.

a, b, c: valores con diferentes superíndices indican diferencias significativas entre las distintas localizaciones de grasa.

*** = $p<0,001$ ** = $p<0,01$ * = $p<0,05$ + = $p<0,1$

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado como parte del proyecto INIA SC 99-013-C2-1

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (1993). AOCS official methods, Cc. 3-25 Champaing Illinois.

BLIGH, E. G., DYER, W. J. (1959). *Can J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911-917.

DE SMET, S., WEBB, E. C., CLAEYS, E., VYTTERHAEGEN, L., DEMEYER, D. I. (2000). *Meat Sci.*, **56**, 73-79.

HORNICK, J. L., VAN EENAME, C., CLINQUART, A., DIEZ, M., ISTASSE, L. (1998). *J. Anim. Sci.*, **76**, 249-259.

JOSEMARIA, A., CRUZ-SAGREDO, R., GARCÍA, M. D. (1999). *Simposio Internacional de caracterización de productos ganaderos de la dehesa.*

MORRISON, W. R., SMITH, L. M. (1964). *Journal of Lipid Research*

UNE 84-063-87. Preparación de ésteres metílicos de ácidos grasos.

YANG, A., LARSEN, T. W., POWELL, V. H., TUME; R. K. (1999). *Meat Sci.*, **51**, 1-9.

DESARROLLO DEL TEJIDO GRASO EN TERNEROS EN CEBO DE LAS RAZAS *ASTURIANA* Y *RETINTA*

Alzón M.[1], Indurain G.[1], Alberti P.[2], Mendizabal J.A.[1], Arana A.[1], Eguinoa P.[1], Soret B., Purroy A.[1]

[1]ETSIA. Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadia, 31006 Pamplona.

[2]SIA. Diputación General de Aragón. Apartado 727, 50080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

El efecto del genotipo sobre las características de crecimiento y de engrasamiento en las principales razas autóctonas españolas de ganado vacuno de carne ha sido estudiado por Alberti *et al.*, (1997, 1999). En dichos trabajos se muestra que, para un peso de sacrificio constante (460 kg), los terneros que mayor grado de engrasamiento presentaban eran los de raza *Retinta*, mientras que los de raza *Asturiana* fueron los menos engrasados. Mendizabal *et al.* (1999) observaron que este mayor engrasamiento de la raza *Retinta* se correspondía con un mayor tamaño de sus adipocitos y con una mayor actividad enzimática lipogénica.

Con la finalidad de profundizar en el conocimiento del proceso de engrasamiento, fundamentalmente en los fenómenos de hipertrofia e hiperplasia, en el presente trabajo se estudian terneros de las razas *Retinta* y *Asturiana* sacrificados a 300 y 550 kg de peso vivo (PV), lo que permitirá conocer cuál es la evolución del tamaño y del número de sus adipocitos durante el periodo de cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado un total de 43 terneros de las razas *Asturiana* (n=21) y *Retinta* (n=22). La mitad de los animales de cada raza fueron sacrificados tras el destete con un PV aproximado de 300 kg (Grupo *Ligeros*) y la otra mitad fueron cebados con pienso concentrado y paja de cereal, ambos *ad libitum*, hasta alcanzar un peso al sacrificio de aproximadamente 550 kg (Grupo *Pesados*).

Inmediatamente después del sacrificio, se tomaron muestras de grasa de los depósitos grasos omental (OM), pelvicorrenal (PR), subcutáneo (SC) e intermuscular (IM), en estos dos últimos depósitos a nivel esternal, para la determinación del diámetro de los adipocitos. Para ello, se utilizó el método de la digestión con colagenasa y posterior medida del diámetro mediante análisis de imagen (Mendizabal *et al.*, 1999). Así mismo, se extrajo y se pesó la grasa de los depósitos OM y PR para determinar posteriormente el número de sus adipocitos, teniendo en cuenta el contenido en lípidos de la grasa (método Soxhlet) y el valor de la densidad de los lípidos (0,915 g/cc).

El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante análisis de varianza (paquete estadístico SPSS 9.0.1; 1999), donde los factores considerados fueron el peso al sacrificio, la raza y el tipo de depósito graso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales sacrificados a 550 kg de PV presentaron mayor cantidad de grasa en los depósitos OM y PR que los sacrificados a 300 kg ($p<0,001$). Este engrasamiento fue más intenso en los terneros de raza *Retinta* (incremento de 8517 g) que en los de raza *Asturiana* (incremento de 1700 g). En los dos pesos estudiados, la cantidad de grasa que presentaron los terneros de raza *Retinta* fue muy superior a la que tuvieron los de raza *Asturiana* ($p<0,001$). Estos resultados vuelven a reafirmar la precocidad de la raza *Retinta* y la consideración de la raza *Asturiana* como una raza magra (Albertí *et al.*, 1997).

En cuanto al número de adipocitos cabe señalar que en el depósito PR no hubo variación de dicho número durante el periodo de cebo en ninguna de las dos razas estudiadas, lo que confirma que en ganado vacuno, al igual que ocurre en ovino, la hiperplasia de los adipocitos es un proceso que se completa principalmente en una etapa temprana del desarrollo de los animales (Hood y Allen, 1973; Truscott *et al.*, 1983). Unicamente, en el depósito OM de los terneros de raza *Retinta* se produjo una proliferación de adipocitos durante el periodo de cebo.

Respecto al diámetro de los adipocitos, se observa que en los depósitos grasos OM y PR se produjo la hipertrofia de sus adipocitos en ambas razas. Al igual que ocurría con la cantidad de grasa, el incremento del diámetro de los adipocitos fue mayor en la raza *Retinta* que en la *Asturiana* (incremento de 29,7 y 44,0 µm, y de 18,1 y 17,1 µm respectivamente para los depósitos OM y PR de las razas *Retinta* y *Asturiana*). Estos dos depósitos fueron así mismo los que presentaron los adipocitos de mayor tamaño. En los depósitos SC e IM la hipertrofia se produjo solamente en los terneros de raza *Retinta*, los cuales además presentaron al sacrificarse con 550 kg de PV un mayor estado de engrasamiento que los de raza *Asturiana* (7 *vs* 4, escala 1-15; $p<0,001$).

En definitiva, se puede concluir que las diferencias en engrasamiento durante el periodo de cebo de los terneros variaron en función del genotipo, acompañándose el mayor engrasamiento de la raza *Retinta* con una mayor hipertrofia de sus adipocitos en todos los depósitos grasos estudiados y con presencia de hiperplasia en el depósito omental.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al I.N.I.A. por la aprobación del proyecto SC97-19, así como por la beca de investigación concedida a M. Alzón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí P., Sañudo C., Campo M.M., Franco J., Lahoz F., Olleta J.L., 1997, *ITEA*, Volumen Extra nº18: 345-347.
- Albertí C., Lahoz F., Sañudo C., Olleta J.L., 1999, *Informaciones Técnicas*, 68. Gobierno de Aragón. Zaragoza.
- Hood R.L., Allen C.E., 1973. *J. Lipid Res.*, 14: 605-610.
- Mendizabal J.A., Albertí P., Eguinoa P., Arana A., Soret B., Purroy A., 1999. *Anim. Sci.*, 69: 115-121.
- SPSS Inc., 1999. Advanced Statistics. Version 9.0.1. Windows.
- Truscott T.G., Wood J.D., Denny H.R., 1983. *J. Agric. Sci.* (Cambridge), 100: 271-276.

Tabla 1.- Cantidad de grasa (g) (media±error estándar) y número de adipocitos (10^6) (media±error estándar) de los depósitos omental (OM) y pelvicorrenal (PR), y diámetro de los adipocitos (µm) (media±error estándar) en los depósitos omental (OM), pelvicorrenal (PR), subcutáneo (SC) e intermuscular (IM), en terneros de las razas *Asturiana* y *Retinta* sacrificados a 300 kg (*Ligeros*) y 550 kg (*Pesados*) de peso vivo.

	Asturiana		*Retinta*									
	Ligeros (n=12)	*Pesados* (n=9)	*Ligeros* (n=11)	*Pesados* (n=11)	P	R	D	PxR	PxD	RxD	PxRxD	r^2
Grasa (g).					***	***	***	***	ns	*	ns	0,77
OM	1389±117,0	2296±301,1	2498±201,2	7559±676,7								
PR	963±119,8	1756±241,9	1762±119,4	5218±530,4								
Número Adipocitos (10^6).					ns	*	***	*	ns	ns	*	0,39
OM	4201±326,3	3648±340,3	3936±325,8	5964±565,3								
PR	2795±183,1	2916±174,2	3103±275,8	3185±377,2								
Diametro Adipocitos (µm).					***	***	***	***	***	***	ns	0,66
OM	80,4±3,06	98,5±3,17	100,9±2,89	130,6±3,47								
PR	81,9±3,10	99,0±4,32	102,0±3,63	146,0±4,96								
SC	75,0±3,17	73,8±2,19	84,2±5,83	97,9±5,33								
IM	77,2±10,81	71,1±2,51	61,2±2,07	75,2±2,64								

(*: p<0,05; ***: p<0,001; ns: no significativo)
P: Peso; R: Raza; D: Depósito.

UTILIZACIÓN DE LA TÉCNICA NIRS COMO PREDICTOR DE LA INGESTIÓN DE DIETAS EN BASE A PAJAS DE CEREALES POR GANADO OVINO A PARTIR DE MUESTRAS FECALES. RESULTADOS PRELIMINARES.

Andueza, D.[1] Muñoz, F.[1] Garrido, A.[2]
[1]Unidad de Tecnología en Producción Animal. Servicio de Investigación Agroalimentaria - DGA. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.
[2] Departamento de Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. Apdo. 3048, 14080 Córdoba.

INTRODUCCIÓN

La paja de cereales es el principal forraje utilizado en la alimentación de ovinos en la cuenca del Mediterráneo, en épocas de escasez de pastos. Por otra parte, los desajustes producidos entre el aporte nutritivo de los alimentos y las necesidades de los animales se deben principalmente a las diferencias en la ingestión de materia seca de los forrajes. Así entre diferentes tipos de pajas se ha observado diferencias significativas en la ingestión de materia seca de las mismas (Muñoz y col., datos no publicados).

Los espectros obtenidos mediante la espectroscopía NIR contienen información sobre las proporciones de enlaces C-H, N-H y O-H, los cuales son los principales constituyentes de las moléculas orgánicas que componen los alimentos. La relación entre las cantidades ingeridas y los espectros NIRS se ha mostrado más precisa que las relaciones obtenidas mediante regresión lineal múltiple entre la composición de alimentos, determinados mediante análisis de laboratorio convencionales, e ingestión (Steen y col., 1998). Por otra parte, Coleman y col., (1989) y Leite y Stuth, (1995) demostraron el uso potencial de la técnica NIRS para predecir la calidad de la dieta de cabras y vacas en pastoreo a partir de muestras fecales. En ambos trabajos se utilizó para el análisis NIRS muestras molidas a un tamaño de 1 mm.

El objetivo del presente trabajo evaluar la capacidad predictiva de la tecnología NIRS para la estima de las cantidades ingeridas por los animales a partir de muestras fecales y valorar la precisión de la las ecuaciones de calibración obtenidas a partir de dos formas de presentación de las mismas (molido y sin moler).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de las ecuaciones de calibración se utilizaron 66 muestras fecales. Las heces fueron obtenidas de:

- Corderos castrados, individuales, incluidos en pruebas de ingestión de distintos tipos de paja, (21 días de adaptación y 10 de medidas) en las que ésta se ofrecía *ad libitum* junto con 300 g de concentrado comercial. De cada animal se controlaba su ingestión de materia seca mediante la diferencia entre la oferta y el rehusado diario. El último día los animales se subían a cajas metabólicas para la recogida de heces.

- Un lote de 30 ovejas, que consumían diferentes tipos de paja y concentrado en diversas proporciones. A las ovejas se les ofrecía la ración para 21 días y se estimaba la ingestión de MS media diaria de los animales, para dicho período. El último día se obtenían las heces del recto de 10 ovejas elegidas al azar.

Las muestras obtenidas se secaron en estufa a 60°C durante 48 horas. Parte de las mismas se molieron en un molino de cuchillas a través de una criba de 1 mm de diámetro de poro.

La obtención de espectros NIRS se llevó a cabo en un monocromador FOSS NIRSystems 6500 (FOSS NIRSystems, Silver Spring, MD, USA), dotado de módulo de transporte, y que realiza medidas en el rango comprendido entre 400 y 2500 nm. Los espectros de las muestras molidas se recogieron utilizando una cápsula circular de 5 cm de diámetro, mientras que los correspondientes a las muestras sin moler fueron recogidos utilizando una cápsula rectangular de 20 x 5 cm. Se recogieron dos espectros por muestra y se utilizó el espectro medio en el proceso de calibración. La recogida de los datos espectrales y el análisis quimiométrico de los mismos se llevó a cabo mediante el programa ISI-NIRS2 versión 4.0 (Infrasoft International, Port Matilda, PA, USA).

Para el desarrollo de las ecuaciones de calibración se utilizó el método de regresión MPLS (Modified Partial Least Squares). Previamente al desarrollo de calibraciones los datos espectroscópicos fueron transformados mediante el tratamiento de corrección de scatter denominado *Standard Normal Variate and Detrend* y un tratamiento en derivada primera (Shenk y Westerhaus, 1996).

Los estadísticos utilizados para la evaluación de la precisión y exactitud de las ecuaciones de calibración obtenidas fueron, el error estándar de los residuales obtenido para las muestras de calibración y de validación cruzada respectivamente (ETC, ETVC) y los coeficientes de determinación para los procesos de calibración (R^2) y validación cruzada (r^2) y el índice RER (relación entre el rango de los datos de referencia y el ETVC (Shenk y Westerhaus, 1996, Williams y Sobering, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos para las ecuaciones de calibración desarrolladas con las muestras de heces molidas y sin moler respectivamente. En ella se observa que el rango de ingestión de materia seca muestra una gran variabilidad en ambos colectivos de calibración, oscilando entre 831 y 2190 g de MS, en la ecuación de la presentación molida de la muestra, con N igual a 65.

Tabla 1. Estadísticos de la ecuación de calibración NIRS obtenidos para la predicción de ingestión (g de materia seca (MS)) en heces molidas y sin moler.

	N	Ing. media	Rango	ETC	R^2	ETVC	r^2	RER
Heces molidas	65	1185	831-2190	138	0,57	153	0,47	8,88
Heces sin moler	61	1177	873-1720	79	0,81	110	0,64	7,7

N = número de muestras.

La precisión y exactitud de la ecuación obtenida con muestra sin moler es superior a la obtenida en muestra molida, teniendo en cuenta los estadísticos estudiados. Así, mientras la ecuación de calibración de heces en su presentación molida, explica solo el 47% de las variaciones en ingestión de materia seca del colectivo de calibración, la ecuación de heces en presentación sin moler explica un 64% de dichas variaciones. Estos coeficientes son más elevados que los obtenidos por Steen y col., (1998) entre ingestión y distintos parámetros de composición química (33% con la FND). A pesar de que los valores del RER no superan el valor de 10 recomendado (Williams y Sobering, 1996), el ETVC es reducido (110 g MS) en relación a la media (1177 g MS) del colectivo de calibración (CV = 9,3%). Dicho coeficiente de variación es bajo teniendo en cuenta que se trata de la estimación de un parámetro "in vivo".

Hruschka (1987) señala que las diferencias en el tamaño de partícula de la muestra es uno de los factores de error en el análisis NIRS y de ahí, que tradicionalmente dicho análisis se realice sobre muestra con una molienda fina y homogénea. En nuestro caso, la mayor precisión y exactitud de las calibraciones obtenidas con heces sin moler podría ser debido, a que en este modo se utiliza una mayor cantidad de muestra en el análisis NIRS, en comparación al análisis en forma molida, al utilizar en el primer caso una cápsula con una mayor superficie de ventana lo que posibilita una mayor cantidad de muestra expuesta a la radiación NIRS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coleman S.W. Stuth J.W. Holloway J.W. 1989. Monitoring the nutrition of grazing cattle with near-infrared analysis of feces. Proceedings of the XVI International Grassland Congress. Niza. 881-882.

Hruschka W.R. 1987. Data analysis: Wavelenght selection methods. p 35-55. En: Near infrared technology in the agricultural and food industries. Williams P.C. y Norris K.H. (Eds.). Am. Assoc. Cereal Chemists. St Paul, MN.

Leite E.R. y Stuth J.W. 1995. Fecal NIRS equations to assess diet quality of free-ranging goats. Small Ruminant Research 15: 223-230.

Shenk J.S. y Westerhaus M.O. 1996. Routine operation and calibration development manual. NIRSystems, Inc., 12101 Tech Road, Silver Spring, MD 20904, PN IS-0119.

Steen R.W.J. Gordon F.J. Dawson L.E.R. Park R.S. Mayne C.S. Agnew R.E. Kilpatrick D.J. Porter M.G. 1998. Factors affecting the intake of grass silage by cattle and prediction of silage intake. Anim. Sci. 66: 115-127.

Williams P.C. y Sobering D.C. 1996. How we do it?: a brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations. En: Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Davies A. M. C. y Williams, P. (Eds.). NIR Publications. Chichester. UK. 185-188.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a Teresa Fustero, Ángeles Legua, Miguel Ángel Navarro y Juán Pérez por su colaboración técnica, así como a Carnes Oviaragón S.C.L.

TECNOLOGÍA NIRS EN EL ANÁLISIS DE INGREDIENTES LÍQUIDOS: GRASAS Y MELAZAS

Ana Garrido Varo[1]; Mª Dolores Pérez Marín[1]; Augusto Gómez Cabrera[1]; José E. Guerrero Ginel[1]; Félix de Paz Sánchez[2] y Natividad Delgado Aguayo[2].

[1] Departamento de Producción Animal. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14080-Córdoba.
[2] SAPROGAL, S.A.

INTRODUCCIÓN

Grasas y melazas se utilizan, en la actualidad, en una proporción considerable en la fabricación de piensos, fundamentalmente como fuentes energéticas, pero asimismo por aportar otras características de interés tecnológico y nutritivo. Ambos productos poseen numerosas aspectos en común desde el punto de vista de su utilización en piensos, así como de su control analítico. El hecho de que dichos ingredientes simples procedan de la transformación agro-industrial de un producto principal hace que su composición sea variable y dependiente, entre otros, de factores agroclimáticos y tecnológicos. Esa variabilidad provoca la necesidad de realizar un control analítico que es recomendable que incluya al menos las determinaciones de humedad y azúcares en el caso de las melazas, y las determinaciones de MIU, acidez oleica, ácidos grasos libres y ácidos grasos saturados e insaturados en el caso de las grasas (Boucqué y Fiems, 1988; Edmunds, 1990; Mateos et al., 1996). Asimismo, su naturaleza líquida hace que tengan una mayor dificultad desde el punto de vista analítico, tanto por el propio manejo a nivel de laboratorio como por requerir de análisis mas sofisticados, lentos y costosos que los tradicionalmente utilizados en el análisis de ingredientes sólidos. Ello hace que el control de calidad de estas interesantes materias primas sea, en muchos casos, reducido y/o que no se determinen parámetros analíticos de interés nutricional (ej. ácidos grasos).

El objetivo del presente trabajo es mostrar la viabilidad de la tecnología NIRS para el control de calidad de grasas y melazas utilizadas en la fabricación de piensos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material Experimental

Se han utilizado un total de 42 muestras de melazas (de caña y remolacha) y 61 muestras de grasa animal, procedentes de la empresa SAPROGAL S.A. que colabora con el Dpto. de Producción Animal (ETSIAM-Universidad de Córdoba) en el marco del proyecto de I+ D CICYT-FEDER 1FD1997-0990.

Recogida de espectros NIRS

Tanto las muestras de melazas como las de grasa animal fundida fueron analizadas en un espectrofotómetro monocromador de espectro continuo FOSS NIRSystems 6500 I, equipado con módulo de giro, que trabaja en reflectancia en la región del espectro comprendida entre 400 y 2500 nm. Se eligió la doble transmisión como modo de análisis, empleando para ello la cápsula circular con fondo reflectante de oro y 0,1 mm de paso óptico. Se recogieron dos espectros por muestra en dos cápsulas diferentes, utilizándose para el estudio posterior el espectro medio.

Análisis de Referencia

Melazas: Se determinaron los parámetros analíticos humedad (balanza de infrarrojos), proteína bruta (Kjeldahl), cenizas (incineración a 550ºC), cloruro sódico (mét. potenciométrico) y azúcares totales (Luff-Schoorl).

Grasas: Se determinaron los parámetros analíticos humedad (desecación en estufa a 103ºC), acidez (met. volumétrico expresado como % de oleico), residuo insoluble en éter (met. de impurezas por filtración), insaponificable (met. del éter etílico) y perfil acídico (Cromatografía Gaseosa).

Tratamiento quimiométrico de los datos

Para el tratamiento quimiométrico de los datos espectroscópicos y químicos generados se empleó el software WinISI 1.04 (ISI, 1998). La metodología seguida para el desarrollo y evaluación de las ecuaciones NIRS de calibración es la descrita por Shenk y Westerhaus (1995). Los estadísticos utilizados para la selección de las mejores ecuaciones de calibración fueron: el error típico de los residuales para el colectivo de calibración (ETC) y

para el de validación cruzada (ETVC), el coeficiente de determinación para el proceso de calibración (R^2) o validación cruzada (r^2), el RPD (DT/ETVC) y el RER (Rango/ETVC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los estadísticos de caracterización química, junto con los estadísticos resultantes de las ecuaciones de calibración NIRS desarrolladas para melazas.

Tabla 1. Caracterización de las melazas del colectivo de calibración y estadísticos de calibración resultantes.

	N	Media	Rango	DT	ETVC	r^2	RPD
Humedad	35	23.06	19.3-28.6	2.10	1.69	0.42	1.24
Proteína	33	8.37	3.9-10.3	2.64	0.14	0.99	19.09
Cenizas	38	10.61	8.0-13.8	1.47	0.60	0.84	2.45
ClNa	34	2.17	1.16-4.03	1.11	0.05	0.99	20.94
Azúcares	35	48.48	43.9-53.9	2.83	1.04	0.86	2.74

Las calibraciones obtenidas para la predicción de proteína bruta (ETVC=0,14%; r^2=0,99) y ClNa (ETVC=0,05%; r^2=0,99) presentan una excelente precisión y exactitud. Para la determinación de azúcares y cenizas, los modelos obtenidos explican respectivamente el 86% y el 84% de la variabilidad existente para dichos parámetros analíticos dentro del colectivo muestral empleado, y si bien en ambos casos el ratio RPD no alcanza el valor de 3 recomendable por Williams y Sobering (1996) para el análisis de rutina, es de esperar que los estadísticos mejoren al aumentar el número de muestras. En cualquier caso, dicha ecuación presenta una posibilidad real de analizar de forma rápida y precisa un parámetro analítico de gran interés para la caracterización de melazas, el cual además presenta elevados errores interlaboratorio (Gillespie, 2000). La ecuación NIRS desarrollada para la determinación de humedad presenta una baja capacidad predictiva (ETVC=1,69%, r^2=0,42). Esto podría ser debido a que el método utilizado para obtención de la humedad (balanza de infrarrojo), es un método indirecto que conlleva a su vez una calibración previa no libre de errores. Gillespie (2000), obtuvo valores del ETVC de 0,42%, 0,63%, 0,78% y 0,79% para proteína bruta, humedad, azúcares y cenizas respectivamente, utilizando un colectivo muestral de melazas cuyos valores medios para dichos parámetros analíticos eran muy similares a los del colectivo utilizado en el presente trabajo.

La Tabla 2 recoge los estadísticos de caracterización química y de calibración NIRS para las grasas estudiadas. Un comentario global es que la tecnología NIRS predice un importante número de parámetros de calidad en grasas para uso en alimentación animal. De todos los parámetros analíticos estudiados, únicamente el residuo insoluble en éter (RIE) presenta una baja correlación (r^2=0,31) con los datos espectroscópicos. Ello no es de extrañar si se tiene en cuenta que el RIE no es una entidad química definida (Bisplinghoff, 1993). En la práctica del control y comercio de grasas, se utiliza el parámetro denominado MIU que engloba los valores del RIE junto con la humedad e impurezas. Este parámetro analítico informa en gran medida de la fracción no-nutricional de una grasa (Edmunds, 1990), y es uno de los criterios que debería ser utilizado para la valoración energética de este producto (Mateos et al., 1996). Como se observa en la Tabla 2, la ecuación para la predicción de MIU presenta una excelente precisión y exactitud (ETVC=0,38%, r^2=0,94). Por otra parte, la ecuación NIRS obtenida para la predicción de humedad asegura un control analítico preciso de este parámetro (ETVC=0,14%, r^2=0,88). La estima de humedad es importante debido a que la misma acelera la oxidación reaccionando con el equipamiento (tanques) y liberando metales que catalizan la oxidación.

La literatura NIRS no recoge ningún trabajo publicado que haga referencia al análisis NIRS de grasas animales, por lo que haremos algunos comentarios relativos a la precisión y exactitud de nuestras ecuaciones en relación a las obtenidas en grasas y aceites de consumo humano, donde las aplicaciones NIRS comienzan a ser importantes. Si bien la ecuación de acidez muestra una adecuada capacidad predictiva (ETVC=0,83, r^2=0,82), la precisión y exactitud obtenidas en aceites de consumo humano (ej. oliva) es superior (Cobo et al., 2001). De todos los criterios útiles para la valoración energética y nutricional de la grasas, el conocimiento preciso del porcentaje de ácidos grasos y/o la relación saturado/insaturado juega un papel importante (Bisplinghoff, 1993). En la práctica, el elevado coste del análisis de ácidos grasos hace que se recurra a la determinación del denominado índice de iodo como dato informativo del grado de insaturación de una grasa. El conocimiento de este índice permite obtener una estimación del perfil de ácidos grasos y

asimismo de la relación saturados/insaturados. Nuestros resultados (Tabla 2) indican que la tecnología NIRS tiene una precisión y exactitud elevada para la predicción de los ácidos grasos mayoritarios, tales como palmítico, esteárico, oleico y linoleico, aunque algo inferior a la alcanzada en grasa fundida de cerdo ibérico utilizando un modo de análisis similar (García et al., 2001 y Pérez et al.,2001). El mayor grado de impurezas presentes en las grasas animales junto con el reducido número de muestras que aún presentan las calibraciones mostradas en la Tabla 2, permitirían explicar las diferencias en precisión y exactitud. La tecnología NIRS permite asimismo predecir con una excelente o aceptable predicción otros ácidos grasos minoritarios.

Tabla 2. Caracterización de las grasas animales del colectivo de calibración y estadísticos de calibración resultantes.

	N	Media	Rango	DT	ETVC	r^2	RPD	RER
Humedad	49	0,44	0,07-2,10	0,42	**0,14**	**0,88**	2,9	14,0
I. acidez	44	7,22	0,65-11,40	1,90	**0,83**	**0,82**	2,3	13,0
RIE	49	0,32	0,01-0,69	0,16	**0,13**	**0,31**	1,2	5,1
Insaponificable	52	1,45	0,18-5,80	1,23	**0,45**	**0,87**	2,7	12,5
MIU*	48	2,26	1,04-7,59	1,60	**0,38**	**0,94**	4,21	17,33
Laúrico	44	0,11	0,06-0,13	0,02	**0,009**	**0,67**	1,7	7,8
Mirístico	51	1,95	0,11-3,01	0,75	**0,13**	**0,97**	5,7	22,1
Palmítico	55	21,72	7,16-25,89	5,47	**0,76**	**0,98**	7,1	24,5
Palmitoleico	52	2,27	0,09-3,34	0,86	**0,33**	**0,86**	2,6	10,0
Esteárico	55	13,65	4,05-20,38	4,60	**0,74**	**0,98**	6,2	22,2
Oleico	50	37,73	24,59-45,55	3,43	**0,97**	**0,92**	3,5	21,7
Linoleico	50	13,55	3,82-55,95	14,56	**0,65**	**0,99**	22,5	80,4
Margárico	52	0,67	0,05-1,13	0,28	**0,06**	**0,96**	4,8	18,6
Margaroleico	47	0,42	0,19-0,58	0,08	**0,039**	**0,77**	2,1	10,0
Araquídico	48	0,19	0,14-0,43	0,07	**0,024**	**0,86**	2,7	12,1
Behénico	29	0,21	0,01-0,72	0,21	**0,035**	**0,97**	6,1	20,3

*MIU: moisture + impurities + unsaponificable

CONCLUSIONES

La tecnología NIRS permite una posibilidad real de caracterizar químicamente, y por tanto nutricionalmente, dos ingredientes líquidos de gran interés en alimentación animal. En la situación actual de crisis y desconfianza de los consumidores con respecto a los ingredientes de origen animal sería deseable ampliar la caracterización de las grasas de origen animal, lo que podría ser perfectamente factible mediante la tecnología NIRS.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarez C., De Blas, C., Santomá G., Gorrachategui M. y Pérez P. 2000. FEDNA. Madrid.

Bisplinghoff F.D. 1993. Collection Feeding and Nutrition Texas A & M University. pp. 11.

Boucqué CH.V. y Fiems L.O. 1988. Livestock Feed Resources and Feed Evaluation in Europe. Present situation and Future Prospects. De Boer, F an Bickel, H. (Eds). EAAP Publication No. 37. Elsevier. Amsterdam. The Netherlands., pp. 97-135.

De Blas C., González Mateos G y García Rebollar P. 1999. FEDNA. Madrid, pp: 143.

Edmunds B.K. 1990. Feedstuffs Evaluation. Wiseman, J y Cole, D.J.A (Eds). Butterworths. London.pp. 197-211.

García J., Garrido A. y De Pedro E.. 2001. Near Infrared Spectroscopy:proceedings of the 9th International Conference. Ed. A.M.C. Davies and R. Giangiacomo. Verona. Italia. Pp: 253-258.

Garrido A., Cobo C., García J., Sánchez M.T., Alcalá R., Horcas J.M. y Jiménez A. 2001. Near Infrared Spectroscopy:proceedings of the 9th International Conference. Ed. A.M.C. Davies and R. Giangiacomo. Verona. Italia. Pp: 867-871.

Gillespie, F. 2000. Focus, Vol 24, Nº 1, pp: 4-5.

ISI, 1998. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.

Mateos G.G., Rebollar P.G y Medel P. 1996. Avances en Nutrición y Alimentación Animal XII Curso de Especialización FEDNA. Gª Rebollar ,G. G. Mateos y C. de Blas (coord.). pp: 3-21

Pérez D., Garrido A., De Pedro E.. y García J. 2001, ITEA (en prensa).

Shenk J.S. y Westerhaus M.O. 1995. Monograph. NIRSystems. Infrasoft International.

Williams P.C. y Sobering D. 1996. Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Davies, A.M.C. y Williams, P.C. (Eds.). NIR Publications. Chichester. UK p. 185-188.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto CICYT-Feder IFD1997-0990, utilizando el equipamiento e infraestructura del SCAI (Unidad NIR/MIR) de la UCO, con la colaboración técnica de D. Antonio López, D. Alberto Sánchez de Puerta y Dª Isabel Leiva del Dpto. de Producción Animal (ETSIAM-UCO).

PREDICCIÓN NIRS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEL PORCENTAJE DE INGREDIENTES EN PIENSOS ANALIZADOS EN FORMA INTACTA

Ana Garrido Varo[1], Mª Dolores Pérez Marín[1], Augusto Gómez Cabrera[1], José Emilio Guerrero Ginel[1], Félix de Paz Sanchez[2] y Natividad Delgado Aguayo.[2]

[1]Dpto. Producción Animal. ETSIAM. Universidad de Córdoba
[2] SAPROGAL, S.A

INTRODUCCIÓN

Numerosas directivas y decisiones Comunitarias hacen referencia a normativas relativas a la circulación de materias primas y piensos, y algunas de ellas señalan la importancia de la descripción detallada de los productos usados en alimentación animal y fijan normas para la declaración de ingredientes en mezclas. (77/101/EEC, 79/373/EEC, 90/44/EEC, 91/357/EEC, 98/67/EC).En el momento actual, la microscopía óptica es el método oficial que permite la identificación de ingredientes en mezclas y piensos, si bien ésta presenta diversos problemas, tales como los de sobreestimación de ingredientes fácilmente distinguibles, subestimación de ingredientes muy finos, necesidad de pre-tratamiento de productos pelletizados (lo que podría alterar la proporción original de ingredientes), necesidad de personas con alta experiencia en el examen microscópico, importantes errores intra e interlaboratorio, etc.(Jorgensen, 1998). Es por tanto urgente e imprescindible el disponer de técnicas analíticas rápidas, económicas y precisas, que permitan asimismo el cumplimiento de dichas normativas.

Diferentes autores han mostrado la capacidad de la tecnología NIRS, sola o en combinación con otras técnicas (microscopía-NIRS), para la predicción del porcentaje de ingredientes en mezclas (Givens y Deaville,1995; Fernández et al., 1995; Garrido y Fernández 1998; Xicatto et al., 1999; Piraux y Dardenne, 2000). Los estudios anteriores constituyen lo que se denominan estudios de viabilidad, tanto por el bajo número de muestras utilizadas como por utilizar principalmente mezclas experimentales preparadas en laboratorio.

El objetivo del presente trabajo es la obtención de ecuaciones de calibración NIRS para la predicción instantánea y simultánea de la composición química y el porcentaje de ingredientes en piensos comerciales analizados en forma intacta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material experimental: Se han utilizado un total de 287 muestras de piensos compuestos muy variados (vacuno, ovino, aves, porcino, avestruces, equino, conejos, perros y gatos), que han sido suministradas por la empresa SAPROGAL S.A. participante en el proyecto CICYT-FEDER 1FD1997-0990, coordinado por el Dpto. de Producción Animal (Unidad docente ETSIAM) de la Universidad de Córdoba.

Análisis de referencia: Las muestras fueron analizadas por el método Weende: humedad-H (desecación en estufa 103ºC); proteína bruta-PB (Kjeldahl), grasa-bruta (Soxlet), fibra bruta-FB (Fibertec) y cenizas-CEN (incineración en horno mufla a 550ºC). En el desarrollo de ecuaciones de calibración para la predicción del porcentaje de ingredientes se utilizaron como datos de referencia los correspondientes a la fórmula de cada pienso.

Instrumentación NIRS: La recogida de espectros NIRS se realizó con un espectrofotómetro FOSS NIRSystems 6500 (SII), dotado de módulo de transporte. El programa usado para la recogida de espectros fue el ISI NIRS3 versión 3.11 (Infrasoft Internacional, Port Matilda, PA, USA).

Las muestras de piensos se analizaron en una cápsula rectangular provista de ventana de cuarzo (16x3,5 cm). Cada muestra de pienso era analizada en su forma de presentación comercial intacta (pellets, harinas, gránulos, etc.). Los espectros se recogieron por duplicado, utilizándose posteriormente el espectro medio para la obtención de calibraciones.

Calibración: software y métodos: Para el desarrollo de ecuaciones NIRS de calibración se ha utilizado el software WINISI versión 1.04 (ISI, 1998). La metodología a seguir para el desarrollo y evaluación de calibraciones es la descrita en diferentes publicaciones (Mark y Workman, 1991; Shenk y Westerhaus, 1996). Los estadísticos utilizados para la selección de las mejores ecuaciones de calibración fueron: el error

típico de los residuales para el colectivo de calibración (ETC) y para el de validación cruzada (ETVC), el coeficiente de determinación para el proceso de calibración (R^2) o validación cruzada (r^2), el RPD (DT/ETVC) y el RER (Rango/ETVC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El amplio rango y la elevada DT del colectivo de calibración (Tabla 1) para cada uno de los parámetros analíticos testados, y de forma particular para los constituyentes PB y FB, confirma que dicho colectivo está constituido por piensos muy diversos. Los errores (ETVC) de las calibraciones obtenidas con piensos analizados en forma intacta (Tabla 1), se encuentran dentro de los rangos de valores habituales encontrados en piensos analizados en forma molida (Garrido et al., 1996).

Las calibraciones para la predicción de PB y FB muestran una excelente capacidad predictiva a juzgar por los elevados valores de r^2 (0,96 y 0,97) y los bajos valores del ETVC (0,75 y 0,63) resultantes, lo que junto con la elevada DT y el amplio rango de variación del colectivo de calibración explican los adecuados valores del RPD (5,06 y 6,20) y RER (15,20 y 26,35) obtenidos. Williams y Sobering (1996), señalan que valores del RPD mayores de 3 y del RER mayores de 10 son recomendables para el análisis en rutina. Las calibraciones para H, GB y Cen presentan asimismo una adecuada precisión, explicando el 84% de las variaciones en humedad y el 86% de las variaciones en GB y Cen. Si bien en el caso de H, GB y Cen los valores del RPD son ligeramente inferiores a 3, ello se explica por una menor DT en el colectivo de calibración para los tres parámetros mencionados. En cualquier caso los valores del RER superan el valor de 10recomendado.

Tabla 1.- Estadísticos de calibración para la predicción de la composición química en piensos.

	N	Media	Rango	DT	ETVC	r^2	RPD	RER
H	263	10.664	6.7-13.6	1.324	0.54	0.84	2.45	12.78
PB	252	18.205	12.2-33.6	3.798	0.75	0.96	5.06	15.20
GB	221	4.438	2.0-9.4	1.445	0.54	0.86	2.68	13.70
FB	248	6.756	2.0-18.6	3.903	0.63	0.97	6.20	26.35
CEN	245	8.401	3.9-16.7	2.196	0.83	0.86	2.65	15.42

Tabla 2.- Estadísticos de calibración para la predicción del porcentaje de ingredientes en piensos (N = 287).

Ingrediente	ETVC	r^2	RPD	Ingrediente	ETVC	r^2	RPD
% Trigo	8.20	0.43	1.32	%Palmiste	0.75	0.95	4.41
%Cebada	8.93	0.57	1.52	%H. Carne	1.65	0.61	1.59
%Cb+Tri	8.36	0.81	2.28	% H. Ave	1.82	0.89	2.99
%Soja44	4.08	0.83	2.43	%TotalCarne	0.88	0.98	8.16
%Maíz	5.37	0.87	2.76	%Melaza	1.17	0.76	2.06
%Alfalfa	1.44	0.94	3.92	%Grasa	0.61	0.89	2.93
%Mandioca	4.01	0.51	1.43	%H.Pescado	0.35	0.68	1.77
%Salvado	4.99	0.66	1.71	%Suero	0.13	0.94	4.38
%Girasol	1.60	0.95	4.67	%Altramuz	2.13	0.77	2.06
%Gluten	2.42	0.93	3.74	$\%CO_3Ca$	0.70	0.67	1.74
%Arroz	1.95	0.53	1.47	$\%ClNH_4$	0.04	0.78	2.50
%Remolacha	0.25	0.90	3.24	%Sal	0.09	0.52	1.44

Un análisis sintético de la los datos de la Tabla 2 nos permite resaltar la excelente capacidad predictiva ($r^2 \geq 0,9$; RPD$\geq$3) de las calibraciones obtenidas para la determinación del porcentaje de alfalfa, girasol, gluten, remolacha, palmiste, harina de ave, carne total (%harina de carne + %harina de ave) y suero. Otras ecuaciones que presentan una buena capacidad predictiva ($r^2 \geq 0,7$) son las desarrolladas para soja, maíz, melaza, grasa y altramuz. Las calibraciones obtenidas para determinar el porcentaje de cebada, mandioca, salvado, arroz, harina de carne y hueso, harina de pescado, carbonato cálcico, cloruro amónico y sal muestran una aceptable capacidad

predictiva ($0,5 \leq r^2 \leq 0,7$). Finalmente, la calibración de trigo permitiría al menos clasificar las muestras en bajo, alto y medio contenido en dicho ingrediente.

Las ecuaciones obtenidas son aún muy preliminares, y se está actualmente en fase de expandir dichas calibraciones con un mayor número de muestras (N > 500) y asimismo de optimizar diferentes aspectos críticos en su desarrollo, por lo que es de esperar que la precisión y exactitud de las ecuaciones mejoren.

Actualmente existe una propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 2000/0015 (COD), cuya adopción está prevista en marzo del 2001, que obligará a que para todos los piensos compuestos destinados a animales de renta figure en su etiqueta o en un documento de acompañamiento la relación de materias primas en orden de importancia decreciente de los porcentajes en peso según los siguientes rangos: >30%, 30-15 %, 15-5%, 5-2% y <2%. Si definitivamente se confirma la aprobación de esta Directiva, las ecuaciones obtenidas en el presente trabajo serían suficientes para asegurar el cumplimiento de las exigencias propuestas.

CONCLUSIONES

La tecnología NIRS permite cumplir con normativas relativas al etiquetado de piensos, de una forma rápida, económica y sin uso de reactivos ni producción de residuos químicos. Un único análisis del pienso en su forma original (pellets, harinas, gránulos, etc.) produce de forma instantánea información cuantitativa de parámetros químicos y de ingredientes. Es obligado el considerar la tecnología NIRS como herramienta esencial en programas de Seguridad Alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

Directive 2000/ /CE. Du Parlement Europeen et au Conseil. Modifiant la Directive 79/373/CEE du Conseil concernant la circulation des aliments composés pour animaux et abrogeant la Directive 91/357/CEE de la Commission.

Fernández V., Garrido A. y Murray I. 1995. Near Infrared Spectroscopy for the detection of corn gluten feed adulteration. Report of a post-graduate fellowship at SAC (Aberdeen).

Garrido, A. y Fernández, V. 1998. NIRS technology for the quantitative prediction of the percentage of meat and bone meal added to a feed compound: a feasibility study. In: Report of the Workshop on *"Identification of animal ingredients in compound feed focusing on the microscopic method for identification"* organised by the CEMA group, 25-26th May 1998. DG XII Contract SMT4-CT97-6524.Annex X.

Garrido A., Gómez A. Guerrero J.E. y Fernández V. 1996. NIRS: una tecnología de apoyo para un servicio integral en alimentación animal. Avances en Alimentación y Nutrición Animal. Eds. P. Rebollar y col. FEDNA. 275-300.

Givens D.I. and Deaville E.R. 1995. The application of infared spectroscopy (NIRS) technology to product recognition in the feedstuf industry. ADAS-Drayton, Stratford on Avon. UK (com. personal).

ISI, 1998. The complete software solution for routine analysis, robust calibrations, and networking manual. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.

Jorgensen J. 1998. Report of the Workshop on *"Identification of animal ingredients in compound feed focusing on the microscopic method for identification"* organised by the CEMA group, 25-26th May 1998. DG XII. Contract SMT4-CT97-6524. 1-8.

Mark H. y Workman Y. 1991. Statistics in Spectroscopy. Academic Press, Inc. NY.

Piraux F. y Dardenne P. 2000. Feed Authentication by Near Infrared Microscopy. En: Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 9th International Conference. Davies, A.M.C. y Giangiacomo, R (Eds). NIR Publications. 535-541.

Shenk J.S. y Westerhaus M.O. 1996. Calibration the ISI way. En: Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Davies, A.M.C. y Williams, P.C. (eds). NIR Publications. Chichester. UK. Pp. 198-202.

Xicatto G., Trocino A., Carazzolo A., Meurens M., Maertens L. y Carabaño R. 1999. Nutritive evaluation and ingredient composition of compounds feeds for rabbits by near-infared reflectance spectroscopy (NIRS). Anim. Feed. Sci. Techn. 77: 201-212.

Williams P.C. y Sobering D. 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations En Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Davies, A.M.C. y Williams, P.C. (Eds.). NIR Publications. Chichester. UK. 185-188.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto CICYT-Feder IFD1997-0990, utilizando el equipamiento e infraestructura del SCAI (Unidad NIR/MIR) de la UCO, con la colaboración técnica de D. Antonio López, D. Alberto Sánchez de Puerta y Dª Isabel Leiva del Dpto. de Producción Animal (ETSIAM-UCO).

ANÁLISIS NIRS DE LECHE DE OVEJA: LECHE DESECADA (REFLECTANCIA) VS LECHE LÍQUIDA (DOBLE TRANSMISIÓN)

Nieves Núñez Sánchez[1], Ana Garrido Varo[1], Juan M. Serradilla Manrique[1] y José L. Ares Cea[2]
1. Dpto. Producción Animal–ETSIAM. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14080-Córdoba.
2. C.I.F.A. Hinojosa del Duque (Córdoba). Junta de Andalucía.

INTRODUCCIÓN

El análisis de la composición química de la leche es fundamental, tanto para el manejo de las explotaciones lecheras, como para el control de calidad en las industrias lácteas. Laporte y Paquin (1998), en una revisión reciente, señalan que, a pesar de la amplia actividad NIRS en el sector lácteo, y del entusiasmo general que rodea a dicha tecnología, existen aún problemas asociados a la rutina de análisis NIRS que es necesario resolver antes de su definitiva implantación a nivel de industrias y laboratorios.

Uno de los aspectos más críticos en el análisis NIRS de la leche es el relacionado con el modo de presentación de las muestras. Esta presentación debe reunir las cualidades de ser simple y rápida, a fin de aumentar el número de análisis por unidad de tiempo. Un problema de importancia en la obtención del espectro NIR de la leche es su alto contenido en agua (80 a 90%), ya que ésta absorbe la mayor parte de la radiación infrarroja, lo que dificulta la calibración de otros constituyentes. Para evitar este problema, se ideó el sistema denominado DESIR, que consiste en la presentación de la muestra desecada en filtros de fibra de vidrio (Alfaro y Meurens, 1989). Este ha sido el modo de trabajo empleado en la obtención de calibraciones de leche de cabra en el Departamento de Producción Animal de la ETSIAM de la Universidad de Córdoba (Díaz, 1993; Angulo, 1997). Sin embargo, este método conlleva un proceso de desecación de las muestras durante 24 horas, lo que hace que esta forma de análisis pierda una de las mayores ventajas de la tecnología NIRS: la de ser una técnica de análisis instantáneo, y de escasa o nula necesidad de preparación de muestra.

En el análisis NIRS existen otros modos de interacción radiación-muestra apropiadas para líquidos o semi-líquidos, como son la Transmisión (Hall y Chan, 1993) y la Doble Transmisión o Transflectancia (Frankuizen, 1992; Albanell y col., 1997 y 1999; Pascual y col., 1996).

El objetivo del presente trabajo es el de comparar la precisión y exactitud de ecuaciones de calibración NIRS para la predicción de constituyentes mayoritarios de leche de oveja analizada mediante dos modos de análisis: Reflectancia (leche desecada) y Doble Transmisión (leche líquida).

MATERIAL Y MÉTODOS

Colectivo de muestras: se utilizaron un total de 101 muestras de leche de oveja, procedentes de controles individuales realizados en diferentes momentos de lactación, y en tres lactaciones diferentes (entre octubre-97 y julio-98), con objeto de obtener un amplio rango de variación en las muestras del colectivo de calibración. Tras la adición de dicromato potásico, las muestras fueron conservadas a 4ºC y analizadas dentro de los tres días siguientes al de la recogida.

Análisis químico: previamente al análisis químico y NIRS, las muestras de leche fueron calentadas en baño a 40ºC, mezcladas suavemente para conseguir una dispersión homogénea de la materia grasa, y se dejaron enfriar posteriormente a temperatura ambiente.

El análisis químico de las muestras fue realizado por duplicado. Se determinaron los siguientes parámetros químicos:

Proteína Total: método colorimétrico descrito por Bradford (1976).

Caseína Total: la proteína del suero fue determinada por el método anterior, después de precipitar las caseínas de la leche. El contenido en caseína total se obtuvo tras sustraer al valor de proteína total de la leche el de proteína del suero (MAPA, 1974).

Grasa: Gerber (MAPA, 1974).

Extracto Seco: desecación en estufa (MAPA, 1974).

Análisis NIRS: El instrumento NIRS utilizado fue un monocromador FOSS-NIRSystems (400-2500 nm) 6500 equipado con módulo de giro, provisto de cápsulas para productos sólidos (reflectancia) y para semipastosos y líquidos (doble transmisión).

Todas las muestras fueron analizadas por los dos modos espectroscópicos que pretendemos comparar:

a) Reflectancia (R), utilizando una cápsula circular estándar para análisis de productos sólidos.

b) Doble transmisión (DT), utilizando una cápsula de productos semipastosos y líquidos de 0,1 mm de paso óptico y fondo de material reflectante de aluminio (ref. IH-0345).

Para los análisis por reflectancia, se preparó un filtro con cada muestra de leche y se desecó durante 24 horas en estufa a 40ºC. Una vez desecados, los filtros se situaron al fondo de la cápsula, con la cara de lectura de los mismos enfrentada a la ventana de cuarzo.

Para los análisis por doble transmisión, el llenado de la cápsula se realizó depositando 0,85 ml de leche sobre el fondo reflectante. Una vez cerrada la cápsula, el análisis se realizó a través de la ventana de cuarzo de la misma. Se prepararon dos cápsulas por muestra de leche, y se desarrollaron las calibraciones utilizando el espectro medio de ambas.

Tanto en la recogida de datos espectrales como en el tratamiento quimiométrico de datos se empleó el software ISI NIRS 3 versión 3.11 (Infrasoft Internacional, Port Matilda, PA, USA). El método de calibración empleado fue el de regresión por mínimos cuadrados parciales modificado (MPLS), evaluando diferentes tratamientos matemáticos y pretratamientos de la señal. La metodología a seguir para el desarrollo y evaluación de calibraciones es la descrita en diferentes publicaciones (Mark y Workman, 1991; Shenk y Westerhaus, 1995 y 1996; Williams y Sobering, 1996). Los estadísticos utilizados para la selección de las mejores ecuaciones de calibración fueron: el error típico residual para el colectivo de calibración (ETC) y para el de validación cruzada (ETVC), el coeficiente de determinación para el proceso de calibración (R^2) o validación cruzada (r^2), el coeficiente de variación (CV) calculado como ETVC/Media x 100, y el RPD (DT/ETVC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el análisis químico, calibración y validación cruzada de las ecuaciones de calibración seleccionadas para cada constituyente en las dos modalidades de análisis NIRS estudiadas quedan recogidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Estadísticos de calibración de las ecuaciones de leche obtenidas para cada constituyente en análisis NIRS por reflectancia (R) y doble transmisión (DT).

	MODO	N	MEDIA	ET	ETC	R^2	ETVC	r^2	CV	RPD
CASEÍNA	R	90	5,49	0,56	0,13	0,97	0,19	0,88	3,50	2,95
	DT	89	5,49	0,60	0,17	0,92	0,21	0,88	3,77	2,86
PROTEÍNA	R	88	5,95	0,65	0,11	0,97	0,16	0,94	2,75	4,06
	DT	95	5,95	0,68	0,18	0,93	0,19	0,92	3,21	3,58
GRASA	R	90	7,85	1,82	0,21	0,99	0,43	0,94	5,52	4,23
	DT	84	8,06	2,02	0,11	0,99	0,14	0,99	1,71	14,43
EXTRACTO SECO	R	81	17,78	2,20	0,24	0,99	0,34	0,98	1,91	6,47
	DT	82	17,97	2,23	0,19	0,99	0,25	0,99	1,41	8,92

Las calibraciones obtenidas para proteína, grasa y extracto seco poseen una excelente capacidad para la predicción cuantitativa, ya que presentan valores de r^2 mayores que 0,9 (Shenk y Westerhaus, 1996). Los valores de r^2 son ligeramente inferiores en caseína, pero aún siguen siendo elevados.

En general, los dos modos de análisis presentan unos bajos errores de predicción estimados por los valores de los estadísticos ETVC, RPD y CV. En el caso particular del

estadístico RPD, las ecuaciones obtenidas para todos los parámetros analíticos igualan o superan el valor recomendado (RPD>3) por Williams y Sobering (1996).

La precisión de las ecuaciones de caseína y proteína no se afectan por el modo de presentación de las muestras, ya que presentan valores de ETVC muy similares en reflectancia y doble transmisión (0,19 vs 0,21 y 0,16 vs 0,19 respectivamente). En cambio, la precisión de la ecuación de grasa mediante reflectancia es muy inferior a la de doble transmisión (ETVC 0,43 vs 0,14), y algo similar ocurre para el extracto seco (ETVC 0,34 vs 0,25). Dados los resultados más ventajosos de las ecuaciones obtenidas en doble transmisión, en adelante nos referiremos a esta modalidad de análisis.

Los valores del CV nos permiten comparar entre sí las ecuaciones obtenidas para los cuatro parámetros analíticos estudiados. Se observa que los CV más bajos se alcanzan para extracto seco (1,41%) y grasa (1,71%), seguidos de proteína (3,21%) y caseína (3,77%). Los valores del CV nos permiten también comparar nuestros resultados con los obtenidos en otros trabajos realizados sobre leche de oveja y cabra con un modo de análisis (transflectancia) similar al de doble transmisión utilizado en este trabajo. Así, el CV obtenido para las calibraciones de proteína resultan muy similares a los obtenidos por Albanell y col.(1997 y 1999) y Pascual y col.(1996). En cambio, el valor del CV para grasa es inferior a los obtenidos por Albanell y col. (1997 y 1999) en leche de oveja (3,28%) y cabra (4,55%) respectivamente, así como el CV para extracto seco, que fue inferior al obtenido por Albanell y col. (1999) en leche de cabra (3,03%).

CONCLUSIÓN

En términos de precisión, exactitud y rapidez de respuesta analítica, se recomienda el análisis NIRS de leche líquida (doble transmisión) frente al análisis de muestras de leche desecada (reflectancia), si bien ambos modos de análisis ofrecen resultados muy satisfactorios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albanell E., Cáceres P., Caja G., Molina E. y Gargouri A. 1997. ITEA Vol. Extra 18 Tomo II: 664-666.

Albanell E., Peris S., Romai M., Caja G. y Such X. 1999. ITEA Vol. Extra 20 Tomo I: 161-163.

Angulo C. 1997. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.

Alfaro G. y Meurens M. 1989. Proceedings of the 2nd International NIRS Conference. Tsukuba, Japón. :4204-212.

Bradford M.M. 1976. Analytica Biochemistry 72: 248-254.

Díaz E., Muñoz A., Alonso A. y Serradilla J.M. 1993. J. Near Infrared Spectrosc 1:141-146.

Franhuizen, R. 1992. Handbook of near-infrared analysis. Burns. D.A. y Ciurczak, E.W. editores. New York. Marcel Dekker, Inc.(cap. 22):p. 609-641.

Hall J.W y Chan K. 1993. Cheese yield and factors affecting its control, Ref. SI 9402. International Dairy Federation: 230-239

Laporte M-F. y Paquin P. 1998. Seminars in Food Analysis 3: 173-190.

MAPA. 1974. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

Mark H. y Workman Y. 1.991. Statistics in Spectroscopy. Academic Press, Inc. NY.

Pascual J. J., Molina P. y Puchades, R. 1996. Near Infrared Spectrosc.: The Future Waves. Davies A.M.C. y Williams P.C.(Eds.). NIR Publications, Chichester, G.B.: 559-564.

Shenk J.S. y Westerhaus M.O. 1995. Monograph. NIRSystems, Inc., 12101 Tech Road, Silver Spring, MD 20904, PN IS-0119.

ShenK, J.S. y Westerhaus, M.O. 1996. Near Infrared Spectrosc.: The Future Waves. Davies A.M.C. y Williams P.C.(Eds.). NIR Publications, Chichester, G.B.: 198-202.

Williams P.C. y Sobering D. 1996. Near Infrared Spectrosc.: The Future Waves. Davies A.M.C. y Williams P.C.(Eds.). NIR Publications, Chichester, G.B.: 185-188.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de una Tesis doctoral financiada por una Beca FPI de la Dirección General de Investigación y Formación Agroalimentaria de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, utilizando el equipamiento e infraestructura del SCAI (Unidad NIR-MIR) de la UCO, y contando con la asistencia técnica de Dña. Francisca Baena Manzano, del Dpto. de Producción Animal-ETSIAM de la Universidad de Córdoba.

ANÁLISIS NIRS DE PARÁMETROS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LECHE DE CABRA Y SUERO DE QUESERÍA

Mª Dolores Pérez Marín[1]; Ana Garrido Varo[1]; Juan M. Serradilla Manrique[1]; Nieves Núñez Sánchez[1]; José L. Ares[2] y Julio Sánchez González[3].

[1] Departamento de Producción Animal. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14080 -Córdoba.
[2] C.I.F.A. Hinojosa del Duque (Córdoba). Junta de Andalucía.
[3] Fromandal, S.A. Lebrija (Sevilla).

INTRODUCCIÓN

La legislación vigente en materia alimentaria obliga a la industria láctea a la realización de una serie de controles para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad del producto. Asimismo, en muchos casos la industria láctea realiza el pago de la leche al ganadero teniendo en cuenta la calidad tanto bacteriológica como nutricional del producto. Aunque la mayoría de los análisis requeridos en la leche se pueden realizar con métodos instrumentales, es necesario para ello disponer de distintos equipos de elevado coste (Milkoscan, Fossomatic, Bactoscan) para poder obtener un análisis completo. En este sentido la tecnología NIRS aporta como ventajas principales su rapidez y sobre todo su versatilidad, no sólo porque permite la determinación de todos los parámetros requeridos en el análisis de leche, sino porque además permite el análisis de otros productos derivados como el suero de quesería o el queso.

Existen estudios previos sobre la aplicación de la Espectroscopía NIRS a la determinación de la composición de leche de diferentes especies: caprino (Díaz et al., 1993; Angulo, 1997; Albanell et al., 1999), ovino (Pascual et al. 1996; Albanell et al. 1997; Núnez et al. 2001), vacuno (Tsenkova et al., 1995), si bien en la mayoría de los casos se han venido realizando con ganaderías experimentales. En el presente estudio sin embargo se utilizaron muestras procedentes de una industria, buscando reproducir lo que serían las condiciones de trabajo reales en su laboratorio o en un laboratorio interprofesional.

El presente estudio se plantea como objetivo el desarrollo de ecuaciones de calibración NIRS para la determinación de los parámetros de calidad de leche de cabra y suero de quesería.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material experimental

Se han utilizado 123 muestras de leche de cabra y 109 muestras de suero de quesería procedentes de la empresa Fromandal, S.A., cuya colaboración con el Dpto. de Producción Animal de la ETSIAM se enmarca dentro del Proyecto de Investigación 1FD1997-0990. La toma de muestras se realizó semanalmente en la industria, a lo largo de un período de un año (Enero2000-Enero2001), con el propósito de recoger la máxima variabilidad en relación a la época del año.

Previo a su análisis, las muestras se calentaron a 40ºC en estufa y se agitaron (invirtiendo varias veces el bote que las contenía) para conseguir la homogeneización de la grasa dentro de la fase acuosa.

Análisis químico

Las muestras se analizaron por duplicado para la determinación en leche y suero de grasa (Gerber), sólidos totales (estufa a 103 ± 2ºC) y proteína (Kjeldahl). En leche además se determinaron los contenidos de caseína (Kjeldahl) y lactosa (Milko-Scan), y se realizó el recuento de bacterias/ml (Bactoscan) y de células somáticas (Fossomatic).

Análisis espectroscópico NIRS

El análisis NIRS de las muestras de leche y suero se realizó en un instrumento monocromador FOSS NIRSystems 6500 I provisto de módulo giro, que trabaja en reflectancia en la región del espectro comprendida entre 400-2500 nm. Las medidas se realizaron en cápsulas circulares de doble transmisión, con superficie reflectante de oro y paso óptico de 0.1 mm. Cada muestra se analizó por duplicado en dos cápsulas diferentes, utilizándose para el estudio posterior el espectro medio.

El tratamiento quimiométrico de los datos espectroscópicos y químicos generados se realizó utilizando el software WinISI 1.04 (ISI, 1998). En primer lugar, y en base únicamente a información espectral, se estructuró la población muestral y se eliminaron las muestras que resultaron anómalas, para lo que se utilizó el algoritmo "Center" del software citado. Se procedió después al desarrollo de las ecuaciones de calibración, para lo cual se utilizaron las siguientes opciones: MPLS (Modified Partial Least Squares) como método de regresión; la región 1100-2500 nm (cada 2 nm); los tratamientos SNV y Detrending para la corrección de los fenómenos de radiación difusa. Asimismo, se ensayaron dos tratamientos matemáticos de derivación. Los estadísticos utilizados para la selección de las mejores ecuaciones de calibración fueron: el error típico de los residuales para el colectivo de calibración (ETC) y para el de validación cruzada (ETVC), el coeficiente de determinación para el proceso de calibración (R^2) o validación cruzada (r^2), junto con los ratios RPD (DT/ETVC) y RER (Rango/ETVC), aconsejándose en la bibliografía valores del RPD superiores a 3 y valores del RER superiores a 10 (Williams y Sobering, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta las características de los colectivos de calibración de leche y suero de cabra empleados, mostrando sus valores de composición media, rango de variación y desviación típica (DT) para cada uno de los parámetros analíticos testados.

Tabla1. Composición (%) y recuentos de (expresado en miles) y células somáticas (expresado en miles) de las muestras de leche de cabra y suero analizadas.

	LECHE			SUERO		
	Media	**Rango**	**DT**	**Media**	**Rango**	**DT**
Grasa	4,99	4,0-6,4	0,701	0,941	0,70-1,35	0,127
Sólidos totales	13,50	11,69-15,59	0,967	7,103	6,29-7,84	0,332
Proteína	3,76	3,31-4,55	0,277	1,110	0,88-1,54	0,148
Caseína	3,60	3,09-4,33	0,275	-	-	-
Lactosa	4,37	4,03-4,68	0,158	-	-	-
Bacterias/ml	890,83	20,0-3500	761,96			
C. somáticas	2495,10	1343-4168	624,56	-	-	-

C. somáticas: Células somáticas

Tabla 2. Estadísticos de calibración obtenidos para el análisis cuantitativo de leche de cabra.

Parámetro	**N**	**ETC**	**ETVC**	r^2	**RPD**	**RER**
Grasa	112	0,18	0,20	0,92	3,44	11,76
Sólidos totales	105	0,19	0,22	0,95	4,40	17,73
Proteína	106	0,05	0,07	0,94	3,90	17,46
Caseína	93	0,05	0,07	0,93	3,83	17,27
Lactosa	97	0,04	0,05	0,89	3,02	12,43
Bacterias/ml	93	353,97	499,32	0,58	1,53	6,97
C. Somáticas	97	169,14	276,89	0,81	2,26	10,20

N: número de muestras utilizadas en calibración

Las ecuaciones de calibración NIR desarrolladas muestran una elevada precisión para la predicción de la composición química de leche de cabra (Tabla 2), encontrándose los valores del coeficiente de determinación de la regresión (r^2) en torno a 0,9 para todos los parámetros. Asimismo, los errores de calibración presentaron valores muy bajos, siendo en todos los casos inferiores a los obtenidos por Díaz et al. (1993) (0,26 en grasa, 0,15 en proteína, 0,29 en caseína y 0,09 en lactosa), y por Angulo (1996) (0,42 en grasa, 0,20 en proteína y 0,60 en sólidos totales), utilizando en ambos casos el método DESIR, así como a los obtenidos en presentación líquida por Albanell et al. (1999) (0,24 en grasa, 0,18 en proteína y 0,34 en sólidos totales).

En el caso del recuento de células somáticas (Tabla 2), parámetro éste de gran importancia desde el punto de vista higiénico-sanitario, la ecuación desarrollada presenta una adecuada precisión. Tsenkova et al. (1995), trabajando con leche de vaca, desarrollaron un modelo de predicción NIRS para el recuento de células somáticas, obteniendo un valor de r^2 de 0,35, muy inferior al 0,81 resultante en el presente trabajo.

Para la predicción del número de bacterias totales presentes en la leche (Tabla 2), la ecuación de calibración NIRS desarrollada explica el 58% de la variabilidad de la población debida a dicho parámetro, lo que indica que permite la separación entre muestras de alto, medio y bajo contenido en bacterias/ml (Shenk y Westerhaus, 1996). Conviene destacar que el colectivo de calibración (n=93) es todavía reducido si se tiene en cuenta la dificultad del parámetro testado, por lo que la ampliación de dicho colectivo seguramente posibilitaría el aumento de la precisión de dicha aplicación.

Tabla 3. Estadísticos de calibración obtenidos para la predicción de la composición de suero de quesería.

Parámetro	N	ETC	ETVC	r^2	RPD	RER
Grasa	106	0,07	0,08	0,66	1,69	8,64
Sólidos totales	104	0,18	0,19	0,67	1,75	8,16
Proteína	101	0,05	0,07	0,76	2,11	9,43

N: número de muestras utilizadas en calibración

En el caso del suero de quesería se logran igualmente ecuaciones de una adecuada precisión (Tabla 3). Las calibraciones obtenidas para grasa, sólidos totales y proteína presentan valores del ETVC muy bajos, y aunque los valores de r^2 están en torno a 0,7 es normal dado los reducidos rangos de variación existentes para los tres constituyentes analizados, lo que también se ve reflejado en los discretos valores de los estadísticos RPD y RER.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman la viabilidad de la tecnología NIRS para la predicción de parámetros químicos, microbiológicos y recuento de células somáticas en leche de cabra, así como para la predicción de la composición de suero de quesería. Las ventajas que la utilización de esta tecnología reportaría al sector lácteo frente a otro tipo de técnicas de análisis químico o instrumental vienen derivadas fundamentalmente de la rapidez de análisis, y sobre todo de su versatilidad, en cuanto a tipo producto y a parámetro a determinar.

BIBLIOGRAFÍA

Albanell E., Cáceres P., Caja G., Molina E. y Gargouri A. 1997. ITEA, Vol. Extra 18, Tomo II: 664-666.

Albanell E., Peris S., Rovai M., Caja G. y Such X. 1999. ITEA, Vol. Extra 20, Tomo I: 161-163.

Angulo C. 1997. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Díaz E., Muñoz A., Alonso A. y Serradilla J.M. 1993. J. Near Infrared Spectroscopy 1: 141-146.

ISI, 1998. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.

Núnez N., Garrido A., Serradilla J.M. y Ares J.L.. 2001. ITEA (en prensa).

Pascual J.J., Molina P. y Puchades R. 1996. Near Infrared Spectrosc.: The Future Waves. Davies A.M.C. y Williams P.C.(Eds.). NIR Publications, Chichester, G.B.: 559-564.

Tsenkova R., Itoh K., Himoto J. y Asahida K. 1995. Leaping Ahead with Near Infrared Spectroscopy. Eds. Royal Australian Chemical Institute, Victoria, Australia: 329-333.

Shenk J.S. y Westerhaus, M.O. 1996. Near Infrared Spectrosc.: The Future Waves. Davies A.M.C. y Williams P.C.(Eds.). NIR Publications, Chichester, G.B.: 198-202.

Williams P.C. y Sobering D. 1996. Near Infrared Spectrosc.: The Future Waves. Davies A.M.C. y Williams P.C.(Eds.). NIR Publications, Chichester, G.B.: 185-188.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto CICYT-Feder IFD1997-0990, utilizando el equipamiento e infraestructura del SCAI (Unidad NIR/MIR) de la UCO, con la colaboración técnica de Dª Francisca Baena, D. Alberto Sánchez de Puerta, D. Antonio López y Dª Isabel Leiva del Dpto. de Producción Animal (ETSIAM-UCO).

PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y EL CONTENIDO DE PIGMENTOS DE LA CARNE DE VACUNO POR TRANSMITANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO

Oliván M., de la Roza B., Martínez M.J., Mocha M.
S.E.R.I.D.A. Apdo 13, 33.330 Villaviciosa, Asturias

INTRODUCCIÓN

Desde la primera aplicación de la tecnología NIRS a los productos cárnicos (Ben-Gera y Norris 1968), se han realizado numerosos estudios que han permitido el desarrollo de calibraciones para predecir las características físico-químicas y sensoriales de la carne. Todo ello con el fin de desarrollar métodos no destructivos que permitan conocer la calidad del producto de forma rápida y precisa, incluso para aplicación *on-line* en la cadena de procesado (Togersen et al. 1999).

El objetivo de este trabajo fue desarrollar ecuaciones de predicción para determinar el contenido de humedad, proteína, grasa y pigmentos hemínicos en la carne de vacuno, a partir de los espectros obtenidos por transmitancia en el infrarrojo cercano (NIT). Con el fin de optimizar las ecuaciones de predicción se compararon los resultados obtenidos sin pretratamiento de los datos o utilizando el SNVD "Standard normal variate and detrend" (Barnes et al. 1989), una combinación de pretratamientos matemáticos de los espectros cuya finalidad es minimizar las interferencias multiplicativas ocasionadas por la dispersión, el tamaño de partícula y las diferentes presiones de empaquetamiento de las cápsulas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 318 muestras de carne de vacuno de las razas Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña. Dichas muestras se obtuvieron del músculo *longissimus thoracis* a nivel de la 6ª costilla. Se picó la carne con una trituradora eléctrica hasta conseguir una mezcla homogénea, evitando las pérdidas de jugo, se envasó al vacío y se conservó congelada a -24° C durante un tiempo máximo de 3 meses. Antes de realizar los análisis se descongeló de forma lenta, manteniéndola a 4°C durante 24 horas.

Los análisis químicos de la carne se realizaron por duplicado. Se analizó el contenido de humedad (humedad-ISO) por el método de referencia (ISO 1442-1973) y mediante el uso de un analizador termogravimétrico MAC-500 de LECO Inst (humedad-MAC). La grasa se determinó mediante extracción Soxhlet (ISO 1443-1973), la proteína a partir del contenido de nitrógeno (N x 6,25) por el método Kjeldahl (ISO 937-1978) y los pigmentos hemínicos mediante el método de Hornsey (1956) modificado, expresando el resultado como absorbancia a 512 nm.

Los espectros de las muestras fueron recogidos por duplicado como log 1/T, siendo T la medida de la transmitancia, en un equipo Feed Analizer 1265 de Infratec, con un rango de lectura entre 850 y 1050 nm, a intervalos de 2 nm.

Se desarrollaron las calibraciones mediante el software WinISI (versión 1.02), utilizando el método de regresión mínima cuadrática modificada (MPLS) (Shenk y Westerhaus 1993), habiéndose eliminado previamente las muestras atípicas de la población utilizando la distancia de Mahalanobis (estadístico H>3) al espectro promedio (Shenk y Westerhaus 1991). Las ecuaciones se desarrollaron con los datos espectrales en log 1/T o aplicando la corrección SNVD como pretratamiento matemático, con la 2ª derivada espectral, de acuerdo con otros autores (Lanza 1983, Mitsumoto et al. 1991, McElhinney et al. 1999), y 4 puntos espectrales para los segmentos y espacios intersegmentos (2,4,4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la composición media, los valores máximo y mínimo y la desviación estándar (DE) de las muestras analizadas. Se observa que el porcentaje de humedad obtenido mediante el método de referencia (ISO 1442) fue superior al valorado mediante el analizador termogravimétrico MAC-500. En este último no se mezcló la carne con arena, lo que originó la formación de una costra que posiblemente impidió la extracción correcta de la humedad.

Tabla 1. Composición química de la población.

Componente	Media	Rango	DE
Humedad MAC-500 (%)	73,87	68,45 - 75,87	1,37
Humedad ISO (%)	74,49	70,68 - 76,44	1,42
Grasa (%)*	2,66	0,56 - 6,65	1,72
Proteína (%)*	22,43	20,78 - 24,06	0,61
Pigmentos (absorbancia)	0,504	0,21 - 0,87	0,13

* respecto a materia fresca

La Tabla 2 muestra los estadísticos de calibración obtenidos para cada componente estudiado. En general, la aplicación del pretratamiento SNVD permitió obtener mejores calibraciones (en base a menores errores de calibración y validación cruzada y mayores coeficientes de determinación). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Ding et al. (1999) y Ding y Xu (1999), quienes demostraron que la correccion SNVD mejoraba la diferenciación de carne picada de pollo, ternera o canguro, ya que permitía corregir el efecto de tamaño de partícula ocasionado por el picado de la muestra. Dicho efecto también se consigue cuando se aplica la transformación de la segunda derivada respecto a la primera derivada (Mitsumoto et al. 1991).

Tabla 2. Estadísticos de las ecuaciones de calibración.

Componente	N	T	PT	Pend.	EEC	R^2	EEVC	r^2
Humedad-MAC	144	7	Ninguno	1,004	0,634	0,687	0,679	0,643
	150	8	SNVD	1,024	0,629	0,787	0,683	0,749
Humedad-ISO	97	10	Ninguno	1,061	0,359	0,903	0,411	0,874
	105	6	SNVD	0,996	0,343	0,939	0,365	0,931
Grasa	46	3	Ninguno	0,996	0,428	0,925	0,468	0,912
	52	9	SNVD	0,986	0,344	0,958	0,443	0,931
Proteína	114	4	Ninguno	0,979	0,519	0,217	0,547	0,136
	118	5	SNVD	0,985	0,460	0,385	0,483	0,320
Pigmentos	291	7	Ninguno	1,042	0,055	0,804	0,057	0,790
	286	9	SNVD	0,990	0,032	0,921	0,034	0,914

n: número de muestras; T: número de términos de la ecuación PLS; PT: pretratamiento matemático; Pend: pendiente de la calibración; EEC: error estándar de la calibración; R^2: coeficiente de determinación de la calibración; EEVC: error estándar de la validación cruzada; r^2: coeficiente de determinación de la validación cruzada

Los valores de r^2 y EEVC obtenidos tras aplicar el pretratamiento SNVD confirman la elevada precisión de las ecuaciones para predecir la humedad-ISO, la grasa y los pigmentos. Los estadísticos de predicción de la humedad-MAC fueron peores, hecho concordante con los mayores errores estándar de laboratorio obtenidos al determinar la humedad en el autoanalizador MAC-500. Los coeficientes de determinación para los pigmentos hemínicos, tanto en la calibración ($R^2 = 0,92$) como en la validación cruzada ($r^2 = 0,91$) concuerdan con los resultados obtenidos por Mitsumoto et al. (1991), quienes al analizar filetes de vacuno de 1cm de espesor describieron un coeficiente de correlación $R = 0,946$ entre la concentración de pigmentos totales y la densidad óptica registrada por transmitancia entre 680 y 1235 nm.

Es preciso resaltar los bajos coeficientes de las calibraciones para la proteína. Se han observado dificultades para predecir la proteína de la carne por el método NIRS (Lanza 1983, Mitsumoto et al. 1991, Togersen et al. 1999, Oliván et al. 1999) lo cual se ha sugerido que podría deberse a diferencias analíticas entre la determinación de nitrógeno por el método Kjeldhal y la medida espectral de los enlaces de nitrógeno por espectroscopía en el infrarrojo cercano (Lanza 1983) o al pequeño rango de concentración de la proteína en la carne de vacuno (Oliván et al. 1999), aunque en este estudio parece estar más relacionado con la ausencia de picos espectrales en las bandas de absorción de proteína a 910 y 1020 nm (Osborne y Fearn 1986).

La Tabla 3 recoge los estadísticos de las calibraciones tras aplicar un fichero de repetibilidad, con el fin de minimizar el efecto de la temperatura ambiental y la presión de preparación de las muestras (Shenk y Westerhaus 1991). El uso de este fichero produjo un aumento de los errores de calibración y validación cruzada y una disminución de los coeficientes de determinación, aunque se aconseja su aplicación porque permite desarrollar calibraciones más robustas (Puigdomenech et al. 1995) ya que elimina las posibles incidencias debidas a cambios en la temperatura ambiental o a la preparación de las muestras por distintos operadores.

Tabla 3. Estadísticos de calibración tras aplicar el fichero de repetibilidad.

Componente	N	T	PT	Pend.	EEC	R^2	EEVC	r^2
Humedad-MAC	150	8	SNVD	1,069	0,669	0,759	0,712	0,727
Humedad-ISO	105	6	SNVD	1,043	0,379	0,925	0,397	0,918
Grasa	52	5	SNVD	1,011	0,434	0,934	0,463	0,923
Proteína	118	5	SNVD	1,026	0,455	0,399	0,472	0,361
Pigmentos	286	8	SNVD	0,923	0,033	0,916	0,034	0,913

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barnes R.J., Dhanoa M.S., Lister S.J. 1989. Appl. Spectrosc. 43: 772-777.

Ben-Gera I., Norris K.H., 1968. J. Food Sci. 33, 64.

Ding H.B., Xu R.J. 1999. J. Food Sci. 64 (5): 814-817.

Ding H.B., Xu R.J., Chan D.K. 1999. J. Sci. Food Agric. 79: 1382-1388.

ISO 1442-1973. Determination of moisture content. International Standards. Meat and meat products. International Organization for Standardization, Geneva.

ISO 1443-1973. Determination of total fat content. International Standards. Meat and meat products. International Organization for Standardization, Geneva.

ISO 937-1978. Determination of nitrogen content. International Standards. Meat and meat products. International Organization for Standardization, Geneva.

Hornsey H.C. 1956. J. Sci. Food Agric. 7: 534-540.

Lanza E. 1983. J. Food Sci. 48: 471-474.

McElhinney J., Downey G., Fearn T. 1999. J. Near Infrared Spectroscopy 7: 145-154.

Mitsumoto M., Maeda S., Mitsuhashi T., Ozawa S., 1991. J. Food Sci. 56: 1493-1496.

Oliván M., Osoro K., de La Roza B., Modroño S., Martínez M.J., Mocha M. 1999. En "New developments in guaranteeing the optimal sensory quality of meat." Ed. F. Toldrá & D. Troy.

Osborne B.G. y Fearn T. 1986. Near Infrared Spectroscopy in Food Analysis. Longman Scientific and Technical, 200 pp. New York, USA.

Puigdomenech A., Garrido A., de la Roza B., Lucena B., Aragay M., Martínez A. 1995. En "Leaping ahead with near infrared spectroscopy". Eds. Batten G.D., Flinn P.C., Welsh L.A., Blakeney A.B. Australia. pp. 107-110.

Shenk J.S. y Westerhaus M.O. 1993. Analysis of Agricultural and Food Products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. Monograph. Infrasoft International, 103 pp. USA.

Shenk J.S. y Westerhaus M.O. 1991. Crop. Sci. 31: 1694-1696.

Togersen G., Isaksson T., Nilsen B.N., Bakker E.A., Hildrum K.I. 1999. Meat Science 51: 97-102.

ANÁLISIS CUALITATIVO DE GRASA DE CERDO IBÉRICO MEDIANTE ESPECTROSCOPÍA NIR PARA LA EVALUACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN EN LA ETAPA DE CEBO

J. García Olmo, E. De Pedro Sanz, A. Garrido Varo y R. Benito Gutiérrez
Dpto. Producción Animal. ETSIAM. Universidad de Córdoba

INTRODUCCIÓN

Los principales factores de los que depende la calidad de la canal de cerdo Ibérico y, por ende, de sus productos derivados son la genética, edad, peso de sacrificio y la alimentación en su fase de cebo. Este último factor es el más importante de forma que el propio mercado diferencia a los productos de cerdo Ibérico en base a él ("Bellota", "Recebo" y "Pienso").

En la actualidad, el Sector realiza la evaluación de la alimentación en el cebo de estos animales a través de la determinación, mediante cromatografía de gases, del contenido en ácidos grasos del tejido adiposo de la canal y su posterior comparación con unas especificaciones de calidad definidas por la Asociación Interprofesional del cerdo Ibérico (a través del Contrato Tipo Homologado), Denominaciones de Origen o Industrias en particular. En ellas se especifica el contenido en ácidos grasos (fundamentalmente los mayoritarios, es decir, ácido palmítico, esteárico, oleico y linoleico) de la grasa subcutánea de una única muestra representativa de toda la partida (media de muestras individuales elegidas al azar), para poder clasificar a una partida la categoría de "Bellota", "Recebo" o "Pienso".

En trabajos previos desarrollados en el Departamento de Producción Animal (Sección E.T.S.I.A.M.) de la Universidad de Córdoba se han puesto de manifiesto que la espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) resulta viable no sólo para predecir la composición en ácidos grasos de la grasa de cerdo Ibérico, sino además para clasificar las canales, a partir de esa composición o bien de su información espectral NIRS (Hervás *et al.*, 1994; De Pedro *et al.*, 1995; García Olmo, 1999).

El objetivo de este trabajo es por una parte corroborar los resultados previos y por otra evaluar nuevas modalidades de análisis NIRS que puedan ser incorporadas dentro de la línea de producción de las industrias del Sector.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras de grasa:

Se han utilizado tres lotes de cerdos, de 15 animales cada uno de ellos, sometidos a diferente alimentación durante el cebo. El primer lote (grupo *Bellota*) estaba constituido por animales con un cebo completo en montanera, sin ningún tipo de aporte complementario de pienso. El segundo lote (grupo *Recebo*) estaba constituido por cerdos en los que el cebo se inició con una alimentación exclusivamente en montanera durante 15 días, una continuación del régimen basado en el consumo de bellota suplementada con un aporte diario de 2 kg. de pienso por animal durante 1 mes y una terminación de la alimentación en cebo, con pienso *ad libitum* durante 19 días. El tercer lote (grupo *Pienso*) estaba compuesto por cerdos acabados con pienso comercial *ad libitum*.

De cada cerdo se tomó una muestra de tejido adiposo subcutáneo (de la zona coxal), procediendo posteriormente a su fusión mediante microondas (De Pedro *et al.*, 1997) con la finalidad de obtener una única muestra de grasa fundida por animal.

Análisis NIRS y tratamiento estadístico de datos:

Tejido adiposo: modalidad de análisis de interactancia-reflectancia. Rango de 800 a 2200 nm con intervalos de 2 nm, empleando un monocromador Foss NIRSystems 6500 con autoganancia y equipado con sonda de fibra óptica (ref. NR-6775). Dicha sonda consta de

dos haces de fibra óptica coaxiales tal que uno conduce la radiación incidente hacia la muestra y otro recoge la energía reflejada.

Grasa fundida: modalidad de análisis de doble transmisión. Rango de 400 a 2500 nm con intervalos de 2 nm, empleando un monocromador Foss NIRSystems 6500 equipado con un módulo de giro. Se utilizó una cápsula de 0,1 mm de paso óptico y fondo de material reflectante (ref. IH-0345).

Para la toma de datos espectrales se empleó el software ISI NIRS 3 v3.11 (ISI, 1998) mientras que en el tratamiento estadístico de la información espectral obtenida por ambas modalidades de análisis NIRS, se empleó el paquete estadístico SAS v6.12 (SAS/STAT, 1990). Para eliminar la información redundante (colinealidad) existente en los espectros NIRS, tanto de tejido adiposo como grasa fundida, se realizó un tratamiento previo de los espectros mediante un análisis de componentes principales. A continuación se procedió a obtener modelos de clasificación mediante análisis discriminante lineal (Massart *et al.*, 1988). Para la evaluación de dichos modelos se empleó una validación cruzada, en la cual, cada una de las *i* muestras es clasificada mediante un modelo generado a partir de las *n-i* muestras restantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados de validación cruzada del análisis discriminante lineal realizado sobre datos espectrales de tejido adiposo y grasa fundida. En dicha Tabla, se indica el número de muestras que clasifica el modelo en cada categoría. Así, aquellas que aparecen en la diagonal de la matriz se corresponden con las muestras correctamente clasificadas, mientras que el resto serían las muestras mal clasificadas por el modelo.

Como se observa, los resultados de clasificación obtenidos en ambas formas de presentación de muestra son similares, siendo el número de muestras asignadas erróneamente muy bajo (4 y 3 para tejido adiposo y grasa fundida respectivamente). La mayor parte de estos errores se localizan en muestras que, perteneciendo a la categoría *Recebo*, son clasificadas como *Pienso* o viceversa. Ello denota que existe un ligero solapamiento entre ambas categorías, circunstancia que era de esperar dada la gran cantidad de pienso aportado al lote de *Recebo* durante la fase final del cebo. Los errores de clasificación del modelo o porcentaje de muestras mal clasificadas fueron del 9% en el caso de tejido adiposo y del 7% para grasa fundida. Estos resultados confirman los expuestos por Hervás *et al.* (1994) donde, a partir de espectros NIRS de grasa fundida de un total de 118 animales divididos en 3 lotes sometidos a diferente alimentación, se desarrolló un modelo mediante análisis discriminante lineal, con un error de clasificación del 11% sobre un total de 54 muestras no empleadas en el desarrollo del modelo.

Tabla 1. Resultados de clasificación a partir de datos espectrales NIRS de tejido adiposo y grasa fundida.

	TEJIDO ADIPOSO			GRASA FUNDIDA		
	Clasificado en			Clasificado en		
Origen	*Bellota*	*Recebo*	*Pienso*	*Bellota*	*Recebo*	*Pienso*
Bellota	**14**	1	-	**15**	-	-
Recebo	-	**13**	2	-	**14**	1
Pienso	-	1	**14**	-	2	**13**
ERROR	**9% (4/45)**			**7% (3/45)**		

A partir de los espectros NIRS de grasa fundida y las ecuaciones obtenidas por García Olmo (1999) para la determinación de ácidos grasos en grasa fundida de cerdo Ibérico, se determinó la composición en ácidos grasos de cada uno de los cerdos que componían los 3 lotes. Los valores medios de los ácidos grasos mayoritarios para cada lote aparecen reflejados en la Tabla 2, junto con la clasificación de cada partida de acuerdo con los niveles analíticos para ácidos grasos definidos en el Contrato Tipo vigente. Como se aprecia, los lotes *Bellota* y *Pienso* fueron clasificados correctamente en las categorías comerciales de Bellota y Pienso respectivamente. Sin embargo, el lote *Recebo*, fue

clasificado incorrectamente en la categoría de Pienso, debido a que tanto el ácido esteárico (C18:0) como oleico (C18:1) no cumplían los niveles exigidos por el Contrato Tipo.

Tabla 2. Composición media (%) de ácidos grasos mayoritarios en grasa fundida y clasificación según el Contrato Tipo Homologado vigente.

LOTE	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	Clasificación*
Bellota	19,3	9,5	58,3	7,8	**Bellota**
Recebo	22,1	10,7	51,2	9,7	**Pienso**
Pienso	22,9	11,7	49,9	9,4	**Pienso**

* Según especificaciones de composición del Contrato Tipo Homologado vigente.

Estos resultados se corroboraron al realizar la clasificación individual, a partir de su composición en ácidos grasos, de cada uno de los cerdos que componían los lotes estudiados. Al evaluar la matriz de clasificación resultante (Tabla 3), se observa que la mayoría de las muestras del lote *Bellota* fueron clasificadas como tales, si bien 4 lo fueron como Recebo e incluso 2 como Pienso al no cumplir los niveles exigidos. Respecto al lote *Pienso*, todas las muestras fueron clasificadas correctamente. Sin embargo, en el lote *Recebo*, únicamente 3 muestras se clasificaron como tales siendo la mayoría (12) clasificadas como Pienso, confirmándose con ello los resultados obtenidos para la composición media de dicho lote. Por todo ello, el error de clasificación fue muy alto (40%), lo cual muestra la escasa precisión de dicho modelo.

Tabla 3. Resultados de clasificación, según criterios del Contrato Tipo, a partir de composición de ácidos grasos de grasa fundida.

	Clasificado en		
Origen	*Bellota*	*Recebo*	*Pienso*
Bellota	**9**	4	2
Recebo	-	**3**	12
Pienso	-	-	**15**
ERROR	**40% (18/45)**		

Si bien los resultados obtenidos han de ser corroborados con el desarrollo de modelos generados con un mayor número de muestras y lotes con diferente alimentación, la tecnología NIRS se muestra como una herramienta eficaz para la evaluación de la alimentación que han recibido los cerdos Ibéricos durante la etapa de cebo, independientemente de la modalidad de análisis empleada. Así, los modelos desarrollados a partir de espectros NIRS de tejido adiposo o grasa fundida son claramente inferiores a los obtenidos tras la aplicación de las especificaciones indicadas en el Contrato Tipo Homologado sobre la composición de ácidos grasos.

AGRADECIMIENTOS

A la Empresa Sanchez Romero Carvajal – Jabugo, AECERIBER, por facilitar las muestras y a la Unidad de Espectroscopía NIR/MIR del S.C.A.I. de la Universidad de Córdoba, cuya instrumentación, programas, bibliografía han sido utilizados en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

DE PEDRO, E., GARRIDO, A., LOBO, A., DARDENNE, P. and MURRAY, I. Leaping Ahead with Near Infrared Spectroscopy: 291-295 (1995)

DE PEDRO, E., CASILLAS, M. and MIRANDA, C.C. Meat Science 45 (1): 45-51 (1997).

GARCÍA Olmo, J. Anaporc. 192: 113-141 (1999).

HERVÁS, C., GARRIDO, A., LUCENA, B., GARCÍA, N. and DE PEDRO, E. *Journal of* Near Infrared Spectroscopy 2: 177-184 (1994).

ISI. *The complete software solution for routine analysis, robust calibrations, and networking manual.* FOSS NIRSystems. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring, MD, USA (1998).

MASSART, D.L., Vandeginste, B.G.M., Deming, S.N., Michotte, V., and Kaufman, L. *Chemometric: a text book.* Elsevier Sci. Pub. Inc. New York, NY, USA (1988).

SAS/STAT. *User's Guide Version 6, 4th.* SAS Institute Inc. Cary, NC, USA (1990).

ARMONIZACIÓN DEL ANÁLISIS NIRS DE GRASA DE CERDO IBÉRICO: TRANSFERENCIA DE CALIBRACIONES DE ÁCIDOS GRASOS.

J. García Olmo[1], A. Garrido Varo[1], E. De Pedro Sanz[1], F. Muñoz[2], A. Puigdomenech[3] y D. Andueza[2].

1. Dpto. Producción Animal. ETSIAM. Universidad de Córdoba
2. Unidad de Tecnología de la Producción Animal. SIA-DGA. Zaragoza
3. Laboratori Agrari de Cabrils. DARP. Generalitat de Catalunya.

INTRODUCCIÓN

Los criterios de calidad definidos en el contrato tipo de compra-venta de cerdos Ibéricos homologado por el Ministerio de Agricultura y Pesca incluyen, entre otros parámetros, el porcentaje de los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1) y linoleico (C18:2) que ha de presentar la grasa subcutánea de cerdo Ibérico, analizada mediante cromatografía de gases. Dependiendo de los niveles de dichos ácidos y de los resultados de las visitas a las explotaciones, los animales son clasificados dentro de la categoría comercial de "Bellota", "Recebo" o "Pienso". Para poder aplicar estos criterios de calidad, sólo es posible analizar un número reducido de animales debido a las limitaciones inherentes de la cromatografía de gases como son el elevado coste analítico por muestra y el alto tiempo empleado para realizar el análisis.

De acuerdo con García-Olmo et al. (1999, 2001) es posible determinar el contenido de los ácidos grasos en grasa de cerdo Ibérico mediante Espectroscopía de Infrarrojo Cercano (NIRS) con la misma precisión que cromatografía de gases y con las ventajas añadidas de poder analizar un alto número de muestras a un mínimo coste. Para ello, es necesario obtener ecuaciones de predicción NIRS robustas, desarrolladas a partir de muestras procedentes de animales sacrificados en diferentes campañas y que cubran todo el rango de variabilidad (en cuanto a composición de ácidos grasos) existente en la grasa de cerdo Ibérico. Estas ecuaciones NIRS así obtenidas (García Olmo et al., 1999) tienen un alto valor, tanto científico como económico, por lo que sería deseable que pudieran ser aplicadas en diferentes instrumentos NIRS localizados en industrias o laboratorios del sector.

A pesar de que en los últimos años se han realizado esfuerzos importantes para que los equipos de un mismo fabricante sean similares, aún continúan existiendo pequeñas diferencias entre instrumentos que imposibilitan el uso directo de una ecuación generada en un equipo a otro del mismo fabricante (Garrido et al., 1999). Esta situación se agrava cuando se desea transferir ecuaciones NIRS entre instrumentos de diferentes marcas comerciales y/o modelos. Por ello, Shenk y Westerhaus (1990, 1991) desarrollaron un algoritmo de estandarización espectral o procedimiento de clonación, a partir de muestras selladas, que lograba corregir las diferencias espectrales entre instrumentos. El uso de cápsulas selladas asegura que tanto en el instrumento donde se han desarrollado las ecuaciones (máster) como en los instrumentos a los cuales las ecuaciones van a ser transferidas (satélites) se obtengan idénticos espectros y se evita los cambios de temperatura y humedad de la muestra durante la medida. Sin embargo, en numerosas ocasiones no es posible el uso de cápsulas selladas por motivos económicos (alto coste de las cápsulas) o prácticos (muestras con alto contenido en humedad o grasa).

El objetivo del presente trabajo es mostrar la posibilidad de transferir ecuaciones de calibración para la determinación de ácidos grasos en grasa de cerdo Ibérico en diferentes instrumentos NIRS, empleando para ello cápsulas no selladas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Instrumentos:

Córdoba (máster) = Foss NIRSystems 6500 con módulo de giro; Cabrils (satélite) = Foss NIRSystems 6500 con módulo de transporte; Zaragoza (satélite) = Foss NIRSystems 6500 con módulo de giro.

Ecuaciones:

Las ecuaciones NIRS empleadas en este trabajo fueron desarrolladas por el grupo de la Universidad de Córdoba (García Olmo et al., 1999). A partir de ellas, es posible predecir la composición de ácido palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1) y linoleico (C18:2) en grasa líquida de cerdo Ibérico.

Clonación:

Básicamente, el procedimiento de clonación consistió en la recogida de datos espectrales NIRS, en cápsula no sellada, de una única muestra líquida de grasa de cerdo Ibérico (grasa de referencia), en los tres instrumentos indicados (García-Olmo et al., 2001). La composición en ácidos grasos de la grasa de referencia es similar a la media existente en grasa de cerdo Ibérico. A los espectros obtenidos se les aplicó el algoritmo de ajuste espectral desarrollado por Shenk y Westerhaus (1991). Dicho procedimiento consiste en la obtención de la denominada "matriz de estandarización o clonación", que corrige las diferencias existentes entre los espectros de la muestra de grasa de referencia recogidos en el máster y en cada uno de los satélites.

Transferencia de ecuaciones y validación:

Para la validación de la clonación y de la transferencia de ecuaciones se procedió a recoger el espectro de 10 muestras de grasa líquida de cerdo en los 3 instrumentos. Los valores de ácidos grasos de dichas muestras cubrían los rangos de composición de dichos parámetros en grasa de cerdo Ibérico. A los espectros obtenidos se les aplicó la matriz de estandarización obtenida para ajustar cada uno de los satélites al instrumento máster.

Programa estadístico:

La recogida de datos espectrales, el desarrollo de calibraciones y el proceso de clonación y validación se realizó mediante el paquete estadístico ISI NIRS 3 ver. 3.11 (ISI, 1998), haciendo uso de los programas Scan, Calibration, Clone1 y Evaluate respectivamente, todos ellos incluidos en dicho paquete.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados (media y desviación típica) del contenido en ácidos grasos para las 10 muestras de grasa líquida empleadas como colectivo de validación, analizadas en los 3 instrumentos (1 máster y 2 satélites), tanto antes como después de la clonación. Al mismo tiempo, se indican los valores del sesgo o diferencia sistemática entre los valores medios obtenidos en el instrumento máster y satélite antes y tras el proceso de clonación.

De la observación de los resultados de dicha Tabla puede apreciarse que existen grandes diferencias entre los valores de composición en ácidos grasos para las 10 muestras analizadas en el instrumento máster de Córdoba (21,6% C16:0, 10,5% C18:0, 52,8% C18:1 y 9,3% C18:2) y en los satélites de Zaragoza (33,6% C16:0, 7,9% C18:0, 50,8% C18:1 y 29,7% C18:2) y Cabrils (9,8% C16:0, 10,4% C18:0, 54,5% C18:1 y 9,8% C18:2) antes de la clonación. Estas diferencias son muy elevadas para el ácido graso C16:0 (sesgos de –12,3 para el satélite Zaragoza y 11,5 para Cabrils) y para el C18:2 (sesgo de –20,4 para el instrumento de Zaragoza) presentando valores más moderados (inferiores a 3 en valor absoluto) para los ácidos grasos C18:0 y C18:1 en ambos satélites. A pesar de ello, los valores de DT en el máster y en los 2 instrumentos satélites antes de la clonación son similares.

Tras realizar el proceso de estandarización entre los instrumentos, los valores medios de los ácidos grasos predichos en los instrumentos satélite de Zaragoza (21,0% C16:0, 10,3% C18:0, 52,6% C18:1 y 8,7% C18:2) y Cabrils (21,3% C16:0, 10,5% C18:0, 52,5% C18:1 y 9,2% C18:2) son prácticamente idénticos a los predichos en el instrumento máster, reduciéndose sensiblemente los valores del sesgo (inferiores a 0,6 para todos los ácidos grasos e instrumentos satélite). Estas diferencias entre los valores medios obtenidas tras la clonación son similares e incluso inferiores a las que cabe esperar entre duplicados de una misma muestra analizados en un mismo laboratorio mediante el método de referencia (cromatografía de gases).

Tabla 1. Media, DT y sesgo del contenido (%) en ácidos grasos para 10 muestras de grasa de cerdo Ibérico analizadas en 3 instrumentos.

		MÁSTER	SATÉLITES ANTES CLONACIÓN		SATÉLITES TRAS CLONACIÓN	
		Córdoba	Zaragoza	Cabrils	Zaragoza	Cabrils
C16:0	Media ± DT	21,3 ± 2,0	33,6 ± 1,9	9,8 ± 2,0	21,0 ± 1,7	21,3 ± 2,0
	Sesgo	-	-12,3	11,5	0,3	0
C18:0	Media ± DT	10,5 ± 1,5	7,9 ± 1,5	10,4 ± 1,5	10,3 ± 1,2	10,5 ± 1,6
	Sesgo	-	2,6	0,1	0,2	0
C18:1	Media ± DT	52,8 ± 3,5	50,8 ± 3,5	54,5 ± 3,2	52,6 ± 2,9	52,5 ± 3,2
	Sesgo	-	2,0	-1,7	0,2	0,3
C18:2	Media ± DT	9,3 ± 1,2	29,7 ± 1,5	9,8 ± 1,2	8,7 ± 1,0	9,2 ± 1,2
	Sesgo	-	-20,4	-0,5	0,6	0,1

Por tanto, los resultados muestran que es posible transferir las ecuaciones desarrolladas para la determinación de ácidos grasos en grasa de cerdo en un instrumento (máster) a otros instrumentos (satélite) del mismo fabricante. Al mismo tiempo, se muestra que es posible la clonación entre instrumentos a partir de una única muestra de grasa de cerdo y mediante el empleo de cápsulas no selladas.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del SIA (Zaragoza) y del LAG (Cabrils) por su colaboración en el control y diagnóstico de los instrumentos. A la Unidad de Espectroscopía NIR/MIR del S.C.A.I. (Córdoba), SIA y LAG por posibilitar el uso de la instrumentación y programas quimiométricos.

BIBLIOGRAFÍA

García Olmo, J., De Pedro E. y Garrido, A. *ITEA*, vol. extra 20 (2): 167-169 (1999).

García Olmo, J., Garrido, A. and De Pedro E., *Journal of Near Infrared Spectroscopy* (2001). En prensa.

Garrido A., De la Roza, B. y Puigdomenech A., *ITEA*, vol. extra 20 (2): 553-555 (1999).

ISI. *The complete software solution for routine analysis, robust calibrations, and networking manual.* FOSS NIRSystems. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA (1998).

Shenk, J.S. and Westerhaus, M.O., *Proceedings of the 3rd International Conference on Near Infrared Spectroscopy*. Ed. by R. Biston and N. Bartiaux-Thill. Agricultural Research Centre Publishing, Gembloux, Belgium, p. 649 (1990).

Shenk, J.S. and Westerhaus, M.O., *Crop Science* 31, 6 (1991).

ANÁLISIS NIRS DE GRASA DE CERDO IBÉRICO: EFECTO DEL FICHERO DE REPETIBILIDAD

Mª Dolores Pérez Marín; Emiliano De Pedro Sanz; Juan García Olmo y Ana Garrido Varo.

Departamento de Producción Animal. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14080 -Córdoba.

INTRODUCCIÓN

Trabajos previos desarrollados en el Dpto. de Producción Animal de la ETSIAM de Córdoba han mostrado la viabilidad de la tecnología NIRS para la predicción del contenido de ácidos grasos en grasa de cerdo ibérico (De Pedro et al. 1997; García et al. 1999). No obstante, aunque las ecuaciones resultantes presentaban una elevada precisión, a nivel de predicciones de nuevas muestras se detectaron importantes fluctuaciones que aumentaban con el tiempo transcurrido desde la obtención de la ecuación, lo que dificultaba la utilización de la misma en rutina en el laboratorio. Se observó además que este problema sólo se presentaba cuando se trataba de productos como la grasa, que presentan un patrón de absorción con picos muy definidos a determinadas longitudes de onda, lo que provoca una alta sensibilidad a pequeños cambios en el instrumento, que no se detectan con los controles a los que éste es sometido. Para corregir estos inconvenientes el software WinISI 1.04 dispone de un algoritmo matemático que en síntesis consiste en construir lo que se denomina "Fichero de Repetibilidad", el cual utilizado en calibración permitiría minimizar las fuentes de variación que pueden afectar a las predicciones NIRS (ISI, 1999).

Se plantea como objetivo del presente trabajo la evaluación del efecto que produce la utilización de un fichero de repetibilidad en el análisis cuantitativo NIRS de grasa subcutánea de cerdo ibérico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material experimental

Se han utilizado 188 muestras de grasa subcutánea de cerdo ibérico recogidas en la zona coxal de la canal, más comúnmente denominada zona de la "rabadilla, correspondientes a lotes de animales sometidos a diferentes regímenes alimenticios. Dichas muestras proceden de la cooperativa COVAP, cuya colaboración se enmarca dentro del proyecto de I+D IFD-0990, y corresponden a dos campañas de producción distintas: campaña 1997-98 (N=97) y campaña 1999-2000 (N=91).

La preparación de muestra consistió en la eliminación de los restos de piel y magro de cada muestra, así como la capa superficial de grasa, para proceder posteriormente a su fusión en un microondas según la metodología descrita por De Pedro et al. (1996).

Recogida de espectros NIRS

Las muestras de grasa subcutánea fundida fueron analizadas en un espectrofotómetro monocromador de espectro continuo FOSS NIRSystems 6500 I equipado con módulo de giro que trabaja en reflectancia en la región del espectro comprendida entre 400 y 2500 nm.

Se eligió la doble transmisión como modo de análisis, empleando para ello la cápsula circular con fondo reflectante de oro y 0,1 mm de paso óptico. Se recogieron dos espectros por muestra en dos cápsulas diferentes, utilizándose para el estudio posterior el espectro medio.

Análisis de Referencia

Se determinó la composición en ácidos grasos de cada muestra mediante Cromatografía Gaseosa en el Laboratorio Agroalimentario de Córdoba.

Tratamiento quimiométrico de los datos

El tratamiento quimiométrico de los datos espectroscópicos y químicos generados se realizó utilizando el software WinISI 1.04 (ISI, 1998). Inicialmente, se aplicó el algoritmo "Center" sobre el colectivo muestral y se detectaron seis anómalos espectrales que fueron eliminados. Se procedió después al desarrollo de las ecuaciones de calibración con las 182 muestras restantes, para lo cual se utilizaron las siguientes opciones: MPLS (Modified Partial Least Squares) como método de regresión; la región 1100-2500 nm (cada 2 nm); los tratamientos SNV y Detrending para la corrección de los fenómenos de radiación difusa. Asimismo, se ensayaron varios tratamientos matemáticos de derivación.

Por otro lado, se desarrollaron ecuaciones de calibración utilizando lo que en el paquete quimiométrico WinISI se denomina fichero de repetibilidad, el cual estaba constituido por 128 espectros de una misma muestra recogidos semanalmente durante nueve meses.

Las mejores ecuaciones seleccionadas, obtenidas con y sin fichero de repetibilidad, se validaron con un colectivo constituido por 12 muestras de grasa que no intervinieron en la calibración, cuyo espectro se recogió transcurrido un tiempo desde el desarrollo de la calibración.

Los estadísticos utilizados para la evaluación de la capacidad predictiva de la ecuación fueron: el error típico de los residuales para el colectivo de validación cruzada (ETVC) y para el de validación externa corregido para el sesgo (ETP(c)), el coeficiente de determinación para el proceso de validación cruzada (r^2) y para el de validación externa (R^2), junto con el sesgo o error medio de los residuales para el colectivo de validación externa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrollaron ecuaciones de calibración NIRS para la predicción en grasa fundida de cerdo ibérico del contenido en seis ácidos grasos: mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2). Los estadísticos resultantes se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Estadísticos de calibración y validación obtenidos para la predicción del contenido en ácidos grasos de grasa subcutánea de cerdo ibérico con y sin fichero de repetibilidad.

			C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2
Sin fichero de repetibilidad	Calibración	N	172	176	174	175	166	175
		r^2	0,76	0,97	0,94	0,97	0,99	0,98
		ETVC	0,07	0,28	0,08	0,27	0,20	0,16
	Validación	N	12	12	12	12	12	12
		R^2	0,52	0,92	0,74	0,94	0,98	0,99
		ETP(c)	0,09	0,43	0,13	0,27	0,47	0,13
		sesgo	-0,05	-0,42	-0,03	0,47	0,14	0,25
Con fichero de repetibilidad	Calibración	N	179	168	175	180	171	163
		r^2	0,65	0,98	0,92	0,96	0,99	0,98
		ETVC	0,08	0,24	0,09	0,29	0,20	0,16
	Validación	N	12	12	12	12	12	12
		R^2	0,90	0,97	0,79	0,99	0,99	0,94
		ETP(c)	0,06	0,26	0,10	0,17	0,32	0,26
		sesgo	-0,04	-0,11	0,03	0,28	-0,04	-0,20

Los valores de los estadísticos de calibración resultantes (Tabla 1) indican que las ecuaciones obtenidas presentan una excelente precisión para la predicción del contenido en los seis ácidos grasos indicados, mostrando valores del ETVC similares y en algunos casos inferiores a los logrados por García et al. (1999) que utilizaron la cápsula de doble transmisión con fondo reflectante de aluminio.

La utilización del fichero de repetibilidad como herramienta para la minimización de las fuentes de variación que pueden alterar la exactitud de las predicciones obtenidas, especialmente en un producto como la grasa que tiene picos de absorción muy definidos en el infrarrojo cercano, ha sido muy eficaz como demuestran los estadísticos de validación obtenidos. Si observamos la Tabla 1 se aprecia que las diferencias a nivel de calibración son despreciables, y que en algunos casos incluso se obtienen mejores resultados sin aplicar el fichero de repetibilidad. El efecto positivo provocado por el empleo del fichero de repetibilidad se aprecia fundamentalmente cuando se predicen nuevas muestras que no intervinieron en la calibración y cuyo espectro NIRS se recogió transcurrido un tiempo desde el desarrollo del modelo, presentando en tal caso valores del sesgo muy inferiores a los resultantes cuando no se utiliza fichero de repetibilidad.

CONCLUSIONES

Se confirma la necesidad de utilizar durante el desarrollo de ecuaciones de calibración NIRS un fichero de repetibilidad que permita conseguir una adecuada exactitud en la predicción en rutina del contenido en ácidos grasos de nuevas muestras de grasa subcutánea de cerdo ibérico.

BIBLIOGRAFÍA

De Pedro E., Casillas M. y Miranda C.M. 1996. Microwave oven application in the extraction of fat fromthe subcutaneous tissue of Iberian pig ham. Meat Science. Vol. 45, nº 1: 45-51.

De Pedro E., Garrido A., Martínez M.L., Angulo F. y García J. 1997. Espectroscopía de Infrarrojo Cercano en el análisis cuantitativo y cualitativo de productos derivados del cerdo ibérico. ITEA, Vol. Extra 18, Tomo II: 661-663.

García J., De Pedro E. y Garrido A. 1999. Análisis de ácidos grasos en grasa fundida y tejido adiposo de cerdo ibérico mediante NIRS. ITEA, Vol. Extra 20, Tomo I: 167-169.

ISI, 1998. The complete software solution for routine analysis, robust calibrations, and networking manual. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.

ISI, 1999. A collection of new NIRS topics. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto CICYT-Feder IFD1997-0990, utilizando el equipamiento e infraestructura del SCAI (Unidad NIR/MIR) de la UCO, con la colaboración técnica de D. Alberto Sánchez de Puerta, D. Antonio López y Dª Isabel Leiva del Dpto. de Producción Animal (ETSIAM-UCO) y del personal del Laboratorio Agroalimentario de Córdoba.

EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL LOMO DE CERDO IBÉRICO MEDIANTE LA TECNOLOGÍA NIRS.

Margarita Solís[1], Emiliano De Pedro[1], Ana Garrido[1], Juan García[1]
Luis Silió[2], Carmen Rodríguez[2], Jaime Rodrigáñez[2]
1 - Departamento de Producción Animal. E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba.
2- Departamento de Genética y Biotecnología. I.N.I.A. Madrid.

INTRODUCCIÓN

Bajo el término "cerdo Ibérico" subyace el de "calidad". La calidad de los productos derivados del cerdo Ibérico, se debe en buena medida a su grasa, especialmente la que se encuentra en el músculo. Por ello, en cerdos Ibéricos tiene especial importancia poder valorar el contenido en grasa, de piezas como el lomo, a la hora de la mejora genética de esta raza, de modo que se pueda incluir este parámetro en índices de selección de futuros parentales mejorantes.

La determinación de parámetros químicos de la carne, como grasa o proteína, con métodos clásicos por vía húmeda, además de ser lenta necesita emplear productos químicos y genera residuos contaminantes que es preciso reciclar convenientemente. Ello supone un fuerte inconveniente a la hora de determinar estos parámetros, mediante estas técnicas, para programas de selección, dado el número elevado de individuos a controlar.

Por ello, se debe recurrir a métodos que permitan realizar el mayor número de determinaciones analíticas disponiendo de poca cantidad de muestra que sea representativa del producto en cuestión. En este sentido la tecnología NIRS se muestra eficaz para este tipo de determinaciones como se ha mostrado en trabajos previos (De Pedro et al., 1997), pero no se han desarrollado aún ecuaciones para determinar la composición de humedad, proteína o grasa en lomo fresco de cerdo ibérico, es decir antes de ser sometido a ningún proceso de transformación.

El objetivo de este trabajo ha sido el desarrollo de ecuaciones de calibración NIRS para la predicción de la composición química de lomo de cerdo Ibérico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material experimental

Se utilizaron 112 cerdos de raza Ibérica, de la estirpe Torbiscal, nacidos y criados en la finca del "Dehesón del Encinar", perteneciente al servicio de Investigación y Experimentación Agraria de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha. Estos animales fueron sacrificados con un peso medio de canal de 125,18 kg y 133,57 kg respectivamente. El sacrificio se realizó en un matadero industrial. Tras el despiece de los animales se obtuvo el corte comercial de la "cinta de lomo", de la cual, una vez perfilada, se tomó una muestra de 80 g del músculo *Longísimus dorsi* en el extremo anterior de la pieza. Las muestras se almacenaron a –20°C hasta el momento del análisis.

Análisis químico y espectroscópico NIRS

Antes de proceder al análisis de las muestras, se homogeneizaron mediante picadora de cuchilla horizontal. La recogida de espectros se realizó con cápsulas circulares con cristal de cuarzo de 3,8 cm de diámetro, en un equipo Foss-NIRSystems 6500, (rango de longitudes de onda entre 400 y 2500 nm). Se obtuvieron 2 espectros por muestra utilizando para el tratamiento quimiométrico posterior el espectro medio de ambas. El tratamiento quimiométrico de los datos se realizó con el programa WINISI (ISI, 1998).

La metodología a seguir para el desarrollo de calibraciones es la descrita en diferentes publicaciones (Shenk y Westerhaus, 1996; Williams y Sobering, 1996; ISI, 1998). La elección de las muestras más representativas para la obtención de las ecuaciones de calibración se realizó con el algoritmo SELECT de dicho programa. En las 27 muestras seleccionadas se determinó proteína, humedad y grasa por los métodos oficiales en el Laboratorio Agroalimentario de Córdoba.

La obtención de las ecuaciones de calibración se hizo por regresión multivariante de mínimos cuadrados parciales modificada (MPLS). Los estadísticos utilizados para la selección de las mejores ecuaciones de calibración fueron: el error típico residual para el colectivo de calibración (ETC) y para el de validación cruzada (ETVC), el coeficiente de determinación para el proceso de calibración (R^2) o validación cruzada (r^2), el RPD (DT/ETVC) y el RER (Rango/ETVC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los datos espectroscópicos NIRS de las muestras de lomo pertenecientes a los 112 cerdos estudiados y utilizando el programa SELECT (basado en el cálculo de distancias de Mahalanobis entre pares de espectros) se seleccionaron 27 muestras como representativas de la población objeto de estudio.

En la Tabla 1 se recoge la media, desviación típica y el rango de cada uno de los parámetros analíticos determinados en dichas muestras.

Tabla 1. Media, desviación típica (DT), coeficiente de variación (CV) y rango de los distintos parámetros químicos analizados en lomo de cerdo Ibérico (n=27).

Parámetro	MEDIA	DT	RANGO	CV (%) *
Proteína bruta (PB)	20,30	0,95	18,20-22,30	4,68
Humedad (H)	70,73	1,86	65,50-73,10	2,63
Grasa bruta (GB)	7,87	1,83	4,80-16,10	23,25

* Determinado mediante análisis duplicados de muestras

Los rangos de variación obtenidos para PB (18,20% – 22,30%), H (65,50% - 73,10%) y GB (4,80% - 16,10%) fueron similares a los obtenidos por De Pedro (1987) en cerdos con pesos canal comprendidos entre 95,02 kg y 152,67 kg. Esto nos indica, por una parte, una vez más (Hervás et al., 1994) que utilizando información espectroscópica "per se", es posible seleccionar un colectivo de muestras representativo de una determinada población y, por otra, que las ecuaciones de calibración a desarrollar, podrán ser de aplicación al resto de muestras sin riesgos de extrapolación del modelo.

La tabla 2 muestra los estadísticos de calibración de las ecuaciones desarrolladas para cada parámetro analítico. Las ecuaciones obtenidas para humedad y grasa muestran una excelente precisión y fiabilidad, explicando el 98 y 99 % de las variaciones existentes, en el colectivo de validación cruzada de ambos parámetros analíticos.

Tabla 2. Valores de los parámetros estadísticos de las ecuaciones de predicción para los constituyentes proteína, humedad y grasa en lomo de cerdo Ibérico.

Parámetro	**N**	**RANGO**	**DT**	**ETVC**	**r^2**	**RPD**	**RER**
Proteína (PB) (%)	24	18,8-22,3	0,86	0,47	0,71	1,82	7,40
Humedad (H) (%)	23	67,4-73,1	1,59	0,22	0,98	7,22	25,90
Grasa (GB) (%)	21	5,3-12,6	2,17	0,23	0,99	9,43	31,90

Los valores de RPD y RER, superan ampliamente los recomendados (RPD> 3 y RER> 10) por Williams y Sobering (1996) y son similares e incluso superiores a los obtenidos por otros autores en carne de porcino (Czarnik-Matusewich y Korniewicz, 1998; Schwörer et al., 1999; Josemaría, 2000).

La ecuación de proteína explica el 71 % de la variación en la composición en dicho parámetro analítico, si bien los valores de RPD y RER no alcanzan los límites recomendados. En general es una constante en los trabajos NIRS relativos a carne y productos cárnicos, la menor capacidad predictiva de las ecuaciones de proteína frente a las de grasa y humedad. Ello podría ser debido, en parte, a los mayores errores del método de referencia de PB frente a los de H y GB.

Este mayor error unido a una menor DT del parámetro PB (0,86) y rango del colectivo de calibración (3,5 unidades porcentuales) frente al alcanzado por la H (DT=1,59; rango=5,7 unidades porcentuales) y sobre todo por la GB (DT=2,17; rango=7,3 unidades porcentuales), explican los menores valores de RPD y RER de la ecuación de PB frente a los obtenidos para las ecuaciones de H y GB.

CONCLUSIONES

- Los resultados confirman la posibilidad de aplicación de la tecnología NIRS para la determinación de parámetros químicos de composición de lomo en cerdos Ibéricos, especialmente de grasa, como responsable de la calidad de los productos así como en humedad.

- Las ecuaciones desarrolladas están siendo expandidas con un mayor número de muestras a fin de aumentar su precisión.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración prestada del C. de I. Agropecuaria del Dehesón del Encinar, perteneciente a la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha y el Servicio Central de Apoyo a la Investigación en la Unidad de Espectroscopía NIR-MIR de la Universidad de Córdoba.

BIBLIOGRAFÍA

De Pedro E., Garrido A., Martínez M. L., Angulo F. y García J., 1997. ITEA 18 (II):661-663.

De Pedro E.J., 1987. Estudio de los factores sexo y peso de sacrificio sobre las características de la canal del cerdo Ibérico. Tesis doctoral. E.T.S.I.A.M. Córdoba.

Czarnik-Matusewich y Korniewicz, 1998. J. Near Infrared Spectrosc 6: 83-86.

Hervás C., Garrido A., Lucena B., García N. y De Pedro E. 1994. J. Near Infrared Spectrosc2: 177-184.

ISI, 1998. The complete software solution for routine analysis, robust calibrations and networking manual. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infrasoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.

Josemaría A., Sánchez C.I. y García M.D., 2000. Jornadas sobre técnica s rápidas de análisis de alimentos organizadas por la empresa Foss Electric. Barcelona.

Schwörer D., Hofer A., Lorenz D. y Rebsamen A., 1999 Kleinvehzuchter, 44 (26): 1096-1130.

Shenk J.S. y Westerhaus M.O., 1996. Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Davies A.M.C. y Williams P.C. (Eds). NIR Publications. Chichester. U.K. 198-202 pp.

Williams P.C. y Sobering D., 1996. Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Davies A.M.C. y Williams P.C. (Eds). NIR Publications. Chichester. U.K. 185-188 pp.

COMPOSICIÓN DE LA CANAL DE CORDEROS MACHOS DE LAS RAZAS CHURRA GALEGO BRAGANÇANA Y SUFFOLK

S. Rodrigues[1], V. Cadavez[1] , R. Delfa[2], E. Pereira[1], S. Matos[1] y A. Teixeira[1].
[1] Escola Superior Agrária de Bragança, Área de Zootecnia, Apartado 172, 5301-855 Bragança, Portugal;[2]Unidad de Tecnologia en Produción Animal, Servicio de Investigación Agraria, Diputación General de Aragon, Apartado 727, 50080 Zaragoza, España

INTRODUCCIÓN

La composición tisular, así como la composición regional o anatómica de la canal, está altamente relacionada con el peso de la canal (Delfa y Teixeira, 1998).

Teixeira *et al.* (1996) apuntó información sobre la composición en la canal de corderos Bragançanos y Suffolk, así como de cruzamientos de estas dos razas, en ambientes distintos.

El objetivo de este estudio fue determinar la influencia de la raza y del peso vivo sobre la composición y proporciones de la canal y sus piezas.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se utilizaron 34 corderos, 16 de raza Suffolk y 16 Churra Galega Bragançana (raza local). Los corderos de las dos razas fueron divididos en dos grupos de ocho, de distinto peso (grupo 1: 20,5 y grupo 2: 29,5 kg). Todos los animales fueron criados en condiciones normales en la granja de la Escuela Superior Agraria de Bragança.

Se sometió a un ayuno de 24 horas a los corderos, tras el cual fueron sacrificados, según la reglamentación vigente, en el matadero experimental de la Escuela Superior Agraria de Bragança. Las canales fueran refrigeradas a 4° C durante 24 horas.

Las canales fueron escindidas por corte sagital de la columna vertebral en dos mitades. La mitad izquierda fue despiezada en ocho piezas comerciales: pierna, entrada, costillas de lomo, costillas de palo, badal, bajos, espalda y cuello, de acuerdo con el corte de la Estación Zootécnica Nacional, descrito por Teixeira (1984). Cada una de las piezas obtenidas tras el despiece fue diseccionada con bisturí para obtener sus componentes: músculo, hueso, grasa subcutánea e intermuscular. La separación de los tejidos y la evaluación de las canales fue realizada de acuerdo con el método standard para la evaluación sugerido por Colomer-Rocher *et al.* (1988).

Se utilizó el análisis de varianza para evaluar el efecto de la raza y del peso vivo en los pesos de las piezas, peso de la canal y su composición, con el espesor de grasa subcutánea como covariable (Steel y Torrie, 1980). También fue utilizado el Tukey's pairwise test para examinar la significación de las diferencias entre las medias de las razas y el peso vivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan la raza, el peso vivo y la significación de los efectos, después de análisis de covariancia corrigiendo para la misma profundidad de grasa subcutánea, en los pesos de las piezas de la canal.

La covariable no tuvo efectos significativos (P>0,05) en las proporciones de piezas en la canal. Tampoco se encontraron interacciones significativas (P>0,05) entre los dos factores en estudio.

No se encontraran diferencias significativas (P>0,05) en las proporciones de piezas de 1ª, 2ª y 3ª categoría entre las dos razas. Solamente las piezas de la 2ª categoría fueran influenciadas (P<0,01) por el peso vivo y fue observada una pequeña reducción (1,1 unidades porcentuales) con el aumento de peso vivo. Estos resultados parecen contrarios a los encontrados por Jeremiah *et al.* (1997b) que indican que para alcanzar los más altos niveles de producción de piezas de mayor valor, los corderos deben ser sacrificados a pesos menores.

En la tabla 2 se presentan la raza, el peso vivo y la significación de los efectos, después del análisis de covariancia corrigiendo para la misma profundidad de grasa subcutánea, en la composición de los tejidos de las piezas y de la canal.

Los corderos de raza Suffolk tuvieron mayor proporción de músculo en las piezas de 1ª (P<0,01), 2ª (P<0,01) y 3ª (P<0,05) categoría y en la canal (P<0,01) y una menor proporción de grasa subcutánea en las piezas de 1ª (P<0,001), 2ª (P<0,001) y 3ª (P<0,05) categoría y en la canal (P<0,001). No fueron encontradas diferencias significativas (P>0,05) en las proporciones de grasa intermuscular y hueso entre las dos razas en las piezas de 1ª, 2ª y 3ª categoría y en la canal. Estos resultados confirman los encontrados por Crouse *et al.* (1981) que encontró que los tipos raciales no afectan la grasa intermuscular y el hueso.

La proporción de grasa subcutánea tiende a aumentar (P<0,05) con el aumento de peso vivo. El peso vivo tuvo un efecto no significativo (P>0,05) en la grasa intermuscular en las piezas de 1ª, 2ª y 3ª categoría; sin embargo, en la canal, la grasa intermuscular aumenta significativamente (P<0,05) con el aumento de peso vivo. La proporción de hueso disminuyó significativamente con el aumento de peso vivo en las piezas de 1ª (P<0,01), 2ª (P<0,001) y 3ª (P<0,001) categoría y en la canal (P<0,001).

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que las razas Suffolk y CGB tienen un rendimiento al despiece similar, sin embargo los corderos de la raza Suffolk presentan 2,7 unidades porcentuales más en la proporción de músculo y 2,6 unidades porcentuales menos en la proporción de grasa subcutánea en la canal.

BIBLIOGRAFIA

Colomer-Rocher, F., Delfa, R. and Sierra-Alfranca, I., 1988. Métodos normalizados par el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. (Standardized method for the study of the quantitative and qualitative charactrs of sheep carcasses produced in the Mediterranean region, according to the production Systems). *Cuad. INIA*, **17**: 19-41, in Spanish.

Crouse, J. D., Busboom, J. R., Field, R. A., and Ferrell, C. L., 1981. The effects of breed, diet, sex, location and live weight on lamb growth, carcass composition and meat flavor. *J. Anim. Sci.* **53**: 376.

Delfa, R. y Teixeira, A., 1998. Calidad de canal ovina. *In*: Ovino de carne: aspectos claves. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 373-400.

Jeremiah, L. E., Jones , S. D. M., Tong, A. K. W., Robertson, W. M. And Gibson, L. L., 1997b. The influence of lamb chronological age, live weight and gender on yield and cutability. *Sheep and Goat Research Journal*, **13-II:** 87-95.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H., 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach, 2nd Edition. Mc Graw-Hill, Inc., 633 p.

Teixeira, A., 1984. Avaliação das carcaças de borregos do grupo étnico Churro Galego Bragançano e seu cruzamento com a raça Milchschaf. (Lamb carcass

evaluation of Galego Bragançano and its cross with Milchschaf breed). Relatório de estágio do curso de Engenharia Zootécnica da UTAD-Vila Real.
Teixeira, A., Delfa, R. and Treacher, T., 1996. Carcass composition and body fat depots of Galego Bragançano and crossbred lambs by Suffolk and merino Precoce sire breeds. *Animal science*, **63**: 389-394.

Tabla 1. Medias de los mínimos cuadrados por raza y peso vivo para el peso de las piezas y de la canal ajustadas para el espesor de grasa subcutánea al nivel de las 12ª-13ª costillas.

	1ª Categoría		2ª Categoría		3ª Categoría	
	g kg^{-1}	sem	g kg^{-1}	sem	g kg^{-1}	sem
Raza						
Bragançano	45,9^{a}	0,377	31,1^{a}	0,311	23,0^{a}	0,235
Suffolk	46,0^{a}	0,383	31,6^{a}	0,316	22,3^{a}	0,239
Peso vivo						
1	45,6^{a}	0,349	31,9^{a}	0,288	22,4^{a}	0,217
2	46,3^{a}	0,328	30,8^{b}	0,270	22,9^{a}	0,204
Efectos principales						
Raza	ns		ns		ns	
Peso vivo	ns		**		ns	
Efecto de la covariable	ns		ns		ns	
Interacciones						
Raza × Peso vivo	ns		ns		ns	

a, b, c – Medias con la misma letra en la misma fila no difieren significativamente (P>0,05),
** – P<0,01; ns – no significativo; sem – Error estándar de la media,

Tabla 2, Medias de los mínimos cuadrados por raza y peso vivo para la composición de los tejidos de las piezas de 1ª, 2ª y 3ª categoría y canal (g kg^{-1}) ajustadas para 18 mm de espesor de grasa subcutánea al nivel de las 12ª-13ª costillas,

	Raza		Peso vivo		Efectos principales		Interacción	Efecto de la
	B	Su	1	2	R	PV	R×PV	covariable
1ª categoría								
Músculo	65,4^{a}	68,7^{b}	67,1^{a}	67,0^{a}	**	ns	ns	***
Grasa subcutánea	8,3^{a}	5,0^{b}	6,1^{a}	7,2^{b}	***	*	ns	***
Grasa intermuscular	7,4^{a}	7,0^{a}	6,8^{a}	7,6^{a}	ns	ns	*	**
Hueso	19,0^{a}	19,3^{a}	20,0^{a}	18,3^{b}	ns	**	ns	ns
2ª categoría								
Músculo	60,9^{a}	62,1^{b}	62,3^{a}	60,9^{a}	**	ns	ns	***
Grasa subcutánea	6,8^{a}	4,5^{b}	5,2^{a}	6,0^{b}	***	*	ns	***
Grasa intermuscular	9,1^{a}	9,8^{a}	8,4^{a}	10,5^{a}	ns	ns	*	**
Hueso	23,2^{a}	23,6^{a}	24,2^{a}	22,6^{b}	ns	***		
3ª categoría								
Músculo	54,6^{a}	58,0^{b}	56,5^{a}	56,1^{a}	*	ns	***	***
Grasa subcutánea	7,5^{a}	5,8^{b}	6,0^{a}	7,3^{b}	*	*	*	***
Grasa intermuscular	19,4^{a}	17,1^{a}	17,3^{a}	19,2^{a}	ns	ns	*	**
Hueso	18,5^{a}	19,1^{a}	20,2^{a}	17,4^{b}	ns	***	ns	*
Canal								
Músculo	61,6^{a}	64,3^{a}	63,2^{a}	62,7^{b}	**	ns	*	***
Grasa subcutánea	7,6^{a}	5,0^{b}	5,8^{a}	6,9^{b}	***	*	ns	***
Grasa intermuscular	10,6^{a}	10,1^{a}	9,6^{a}	11,0^{b}	ns	*	**	***
Hueso	20,2^{a}	20,6^{a}	21,4^{a}	19,4^{b}	ns	***	ns	**

a, b, c – Medias con la misma letra en la misma fila no difieren significativamente (P>0,05),
* – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001; ns – no significativo,

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del Proyecto POCTI/33743/CVT/2000, aprobado por la FCT y el POCTI con participación del FEDER.

CONFORMACIÓN DE LA CANAL DE CORDEROS MACHOS DE LAS RAZAS CHURRA GALEGO BRAGANÇANO Y SUFFOLK Y SU RELACCIÓN CON LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL

V. Cadavez[1], S. Rodrigues[1], R. Delfa[2], E. Pereira[1], S. Matos[1] y A. Teixeira[1].
[1] Escola Superior Agrária de Bragança, Área de Zootecnia, Apartado 172, 5301-855 Bragança, Portugal
[2]Unidad de Tecnologia en Produción Animal, Servicio de Investigación Agraria, Diputación General de Aragon, Apartado 727, 50080 Zaragoza, España

INTRODUCCIÓN

El valor comercial de la canal de un animal depende no solo de su peso sino también de su composición y conformación (Horgan et al., 1995). De acuerdo con varios autores la conformación es un termino usado para la descripción visual de la forma de la canal expresando el espesor relativo de la grasa y magro. El sistema de clasificación de canales ovinas de la Unión Europea, definido en el Reglamento (CEE) N.º 2137/92, se basa en la conformación y en la importancia de la capa de grasa subcutánea. Este sistema de clasificación utiliza la correspondencia de las canales con patrones fotográficos, siendo un método con alta subjetividad y muy susceptible de errores de clasificación.

El objetivo de este estudio fue determinar la influencia de la raza y del peso vivo en la conformación de la canal, evaluada por las medidas externas objetivas.

MATERIAL E MÉTODOS

En el presente trabajo se utilizaron 34 corderos, 16 de raza Suffolk y 16 de raza Churra Galega Bragançana (raza local). Los corderos de las dos razas fueron divididos en dos grupos de ocho, de distinto peso (grupo 1: 20,5 y grupo 2: 29,5 kg). Todos los animales fueron criados en condiciones normales en la granja de la Escuela Superior Agraria de Bragança.

Se sometió a un ayuno de 24 horas a los corderos, tras el cual fueron sacrificados, según la reglamentación vigente, en el matadero experimental de la Escuela Superior Agraria de Bragança. Las canales fueron refrigeradas a 4º C durante 24 horas y fueron registradas las medidas externas de la canal, como se muestra en la tabla 1.

Las canales fueron escindidas por corte sagital de la columna vertebral en dos mitades. La mitad izquierda fue despiezada en ocho piezas comerciales: pierna, entrada, costillas de lomo, costillas de palo, badal, bajos, espalda y cuello, de acuerdo con el corte de la Estación Zootécnica Nacional, descrito por Teixeira (1984). Cada una de las piezas obtenidas tras el despiece fue diseccionada con bisturí para obtener sus componentes: músculo, hueso, grasa subcutánea e intermuscular. La separación de los tejidos y la evaluación de las canales fue realizada de acuerdo con el método standard para la evaluación sugerido por Colomer-Rocher et al. (1988).

Fue usado el análisis de varianza para evaluar el efecto de la raza y del peso vivo en las medidas de conformación de la canal y de los tejidos, con el espesor de grasa subcutánea como covariable (Steel y Torrie, 1980). También fue utilizado el Tukey's pairwise test para examinar la significación de las diferencias entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 presenta los efectos de la raza, del peso vivo y su significación, después del análisis con covarianza corregido para el mismo espesor de grasa subcutánea, en las medidas de conformación de la canal y de los tejidos.

La covariable tuvo un efecto significativo (P<0,05) en las medidas F y S. No fueran encontradas interacciones significativas (P>0,05) entre raza y el peso vivo.

Los corderos de la raza CGB tuvieran las mayores medidas K y F y las menores G, Wr, S y AP, todas significativamente diferentes (P<0,001). No fueran encontradas diferencias significativas (P>0,05) para las medidas U, AA, A, B y en la MLTA. Estos resultados son contrarios a los obtenidos por Kirton et al. (1998) donde afirman que razas de carne como la Suffolk tienen un mayor MLTA.

El peso vivo aumenta significativamente (P<0,001) las medidas de profundidad de las canales y de los tejidos (P<0,05) como seria de esperar. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Jeremiah et al. (1997) para quien un aumento de peso vivo estuvo asociado a mayor MLTA.

En la tabla 3 se presentan las ecuaciones de predicción de la composición de la canal utilizando como variables independientes el PCC y las medidas de conformación.

Para la raza CGB el PCC y la medida F explicaron el 95,2, 79,2 y 84,2% de la variación del músculo, de la grasa subcutánea e intermuscular, respectivamente. El modelo de estimación del hueso admitió las medidas U e F y explicó 88,5% de la variación.

Para la raza suffolk el PCC solamente fue admitido en los modelos de estimación de la grasa intermuscular y del hueso, siendo explicado el 77,0 y 90,8% de la variación, respectivamente. El modelo de estimación de la grasa intermuscular admitió, también, las medidas S y AP, estas incrementaron la varianza explicada en 13,4 unidades porcentuales. Los modelos de estimación del músculo y de la grasa subcutánea explicaron el 61,1 y 85,2% de la variación y solamente aceptaron las medidas de conformación B, Wr y S, U y AA, respectivamente.

Tabla 1: Descripción de las medidas objetivas de conformación de la canal

Medida	Símbolo	Definición
a) Medidas lineares (cm)		
Longitud de la canal	K	De la base de la cola a la base del cuello
Longitud de la pierna	F	La menor distancia entre el perineo y la cota interior de la superficie articular tarso-metatarsiana
Anchura de la grupa	G	La anchura medida en la canal suspensa usando el medidor de calibre al nivel del limite proximal de la patela
Anchura de pecho	Wr	La mayor anchura del pecho
Anchura de espaldas	S	La anchura de las espaldas
b) Medidas de circunferencia (cm)		
Circunferencia del tórax	U	La circunferencia medida en canal suspensa usando una cinta métrica horizontalmente alrededor del tórax al nivel de la porción caudal de la escápula
Circunferencia anterior de la grupa	AA	La circunferencia medida en canal suspensa usando una cinta métrica horizontalmente alrededor de la grupa al nivel de la anchura máxima del trocanter
Circunferencia posterior de la grupa	AP	La circunferencia medida en canal suspensa usando una cinta métrica horizontalmente alrededor de la grupa al nivel de la inserción caudal
c) Medidas de tejidos (cm)		
Anchura del M. longissimus thoracis	A	La anchura máxima a través de la superficie del M. longissimus thoracis al nivel de la 12ª-13ª costilla
Profundidad del M. longissimus thoracis	B	La profundidad máxima a través de la superficie del M. longissimus thoracis al nivel de la 12ª-13ª costilla
Área del M. longissimus thoracis	MLTA	El área de superficie del M. longissimus thoracis al nivel de la 12ª-13ª costilla
Espesor de grasa subcutánea	C	Espesor de grasa subcutánea tomada con un calibre como prolongamiento de la medida B

BIBLIOGRAFIA

Colomer-Rocher, F., Delfa, R. y Sierra-Alfranca, I., 1988. Métodos normalizados par el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. (Standardized method for the study of the quantitative and qualitative

characters of sheep carcasses produced in the Mediterranean region, according to the production Systems). Cuad. INIA, **17**: 19-41, in Spanish.
Horgan, G. W., Murphy, S. V. y Simm, G., 1995. Automatic assessment of sheep carcasses by image analysis. Animal Science, **60**: 197-202.
Jeremiah, L. E., Jones , S. D. M., Tong, A. K. W. y Gibson, L. L., 1997. The influence of lamb chronological age, live weight and gender on carcass measurements. Sheep and Goat Research Journal, **13**-II: 87-95.
Kirton, A. H., Charter, A. H., Clarke, J. N., Sinclair, D. P., Mercer, G. J. K. y Duganzich, D. M., 1998. Year effects on the carcass composition of lambs slaughtered over a 10 year period. New Zealand Journal of Agricultural Research, **41**: 227-233.
Stell, R.G.D., Torrie, J.H., 1982. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. Mc. Graw-Hill International Book Company. 3 edition. 633 pp.
Teixeira, A., 1984. Avaliação das carcaças de borregos do grupo étnico Churro Galego Bragançano e seu cruzamento com a raça Milchschaf. (Lamb carcass evaluation of Galego Bragançano and its cross with Milchschaf breed). Relatório de estágio do curso de Engenharia Zootécnica da UTAD-Vila Real. 276 pp.

Tabla 2. Media de los mínimos cuadrados por raza y peso vivo para las medidas lineares, de circunferencia y de los tejidos de la canal ajustadas para 0,18 cm de espesor de grasa subcutánea al nivel de las 12ª-13ª costillas.

	K	F	G	Wr	S	U	AP	AA	A	B	MLTA
Raza											
Bragançano	72,8^a	28,5^a	19,9^a	16,8^a	14,4^a	60,7^a	56,2^a	54,3^a	5,2^a	2,4^a	9,9^a
Suffolk	67,3^b	25,4^b	214^b	20,1^b	16,9^b	60,9^b	58,7^b	55,2^a	5,3^a	2,4^a	10,9^a
Peso vivo											
1	67,3^a	26,3^a	19,7^a	16,8^a	14,6^a	57,4^a	55,1^a	52,0^a	5,0^a	2,2^a	9,4^a
2	72,8^b	27,6^b	21,6^b	20,2^b	16,0^b	64,2^b	59,8^b	57,5^b	5,4^b	2,6^b	11,5^b
Efectos principales											
Raza	***	***	***	***	***	ns	**	ns	ns	ns	ns
Peso vivo	***	***	***	***	***	***	***	***	*	**	**
Efecto de la covariable	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interacciones											
Raza × Peso vivo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

a, b, c – Medias con la misma letra en la misma columna no difieren significativamente (P>0.05), *– P<0.05; ** – P<0.01; *** – P<0.001; ns – no significativo.

Tabla 3. Ecuaciones de predicción de la composición de la canal

Y	X_i	a	b_i	r^2	Sig	DER (g)
Churra Galega Bragançana						
Músculo	PCQ	-2313,32	220,06	0,932	***	151,8
	F		98,63	0,952	*	126,0
Grasa Subcutanea	PCQ	1434,00	74,21	0,690	***	100,0
	F		-65,85	0,792	*	82,0
Grasa Intermuscular	PCQ	1119,76	75,87	0,783	***	83,9
	F		-50,41	0,842	*	71,4
Osso	U	-2242,94	27,51	0,783	***	69,8
	F		55,64	0,885	**	50,7
Suffolk						
Músculo	B	2177,56	3138,72	0,436	***	794,9
	Wr		-330,74	0,611	*	659,5
Grasa Subcutanea	S	-1241,33	83,03	0,705	**	65,8
	U		22,27	0,793	**	55,3
	AA		-22,33	0,852	*	46,7
Grasa Intermuscular	PCQ	2391,25	148,85	0,770	**	103,2
	S		91,89	0,846	**	84,2
	AP		-87,52	0,904	*	66,4
Osso	PCQ	287,84	64,50	0,908	***	53,7

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del Proyecto POCTI/33743/CVT/2000, aprobado por la FCT y el POCTI con participación del FEDER.

ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL POR ULTRASONIDOS Y POR EL MODELO COMUNITARIO DE CLASIFICACIÓN DE CANALES LIGERAS

V. Cadavez[1], S. Rodrigues[1], R. Delfa[2], E. Pereira[1], S. Matos[1] y A. Teixeira[1].
[1] Escola Superior Agrária de Bragança, Área de Zootecnia, Apartado 172, 5301-855 Bragança, Portugal;[2]Unidad de Tecnologia en Produción Animal, Servicio de Investigación Agraria, Diputación General de Aragon, Apartado 727, 50080 Zaragoza, España

INTRODUCCIÓN

El modelo comunitario de clasificación de canales de corderos definida en el REGLAMENTO (CEE) n.º: 2137/92 se basa en la conformación y en la importancia de la capa de grasa subcutánea. No obstante, autoriza que los estados miembros definan otros criterios de clasificación para canales con menos de 13 kilogramos de peso, tales como: peso, color de la carne y capa de grasa subcutánea. Por otro lado, el REGLAMENTO (CEE) n.º: 2967/85 establece que el desarrollo de métodos objetivos de clasificación de canales debe basarse en la estimación del porcentaje de carne magra en la canal, debiendo los métodos poseer un coeficiente de determinación (R^2) superior a 0,64 y una desviación estándar residual (DER) inferior a 2,5% para que su utilización sea autorizada (Cadavez et al., 2000).

El objetivo de este estudio fue evaluar la precisión de modelos de estimación de la composición de la canal utilizando como variables independientes: 1. el peso de la canal caliente (PCC) y medidas de ultrasonidos realizadas in vivo y 2. el PCC y la clase de cobertura grasa (CCG) definida en el modelo comunitario de clasificación de canales de corderos ligeros.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se utilizaron 40 corderos de raza Churra Galega Bragançana (20 machos y 20 hembras). Veinticuatro horas antes del sacrificio, utilizando un aparato de ultrasonidos ALOKA SSD-500V equipado con una sonda 7,5 MHz de frecuencia, se efectuaron diferentes medidas de profundidad del M. longissimus dorsi (PMLD), del espesor de grasa subcutánea (EGS) entre la 12-13ª vértebras torácicas o dorsales (D12), 1-2ª (L1) y 3-4ª (L3) vértebras lumbares, así como medidas del espesor de la grasa esternal en la 2ª (EGE2), 3ª (EGE3) y 4ª (EGE4) esternebras. Se sometió a un ayuno de 24 horas a los corderos, tras el cual fueron sacrificados, según la reglamentación vigente, en el matadero experimental de la Escuela Superior Agraria de Bragança. Las canales fueron refrigeradas a 4º C, durante 24 horas, y clasificadas, en cuatro grados de engrasamiento, de acuerdo con el modelo comunitario de clasificación de canales de corderos ligeros.

Las canales fueron escindidas por corte sagital de la columna vertebral en dos mitades. La mitad izquierda fue diseccionada con bisturí para obtener sus componentes: músculo, hueso, grasa subcutánea e intermuscular.

Para el análisis estadístico de los datos se desarrollaran dos modelos de predicción de la composición de la canal: 1. por regresión Stepwise utilizando como variables independientes las medidas de ultrasonidos y el PCC y 2. por regresión lineal utilizando o PCC e la CCG como variables independientes (SAS, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Tabla 1 y 2 se presentan las ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de la composición tisular de la canal por los modelos, utilizando como variables independientes el PCC y medidas de ultrasonidos y el PCC y la CCG, respectivamente.

Todos los modelos desarrollados se mostraran altamente significativos ($P<0,001$).

Respecto a los modelos de predicción del músculo, las medidas de ultrasonidos y modelo de clasificación de canales ligeras presentaran coeficientes de determinación muy próximos (97,6 y 97,0%, respectivamente). El modelo de ultrasonidos solamente admitió el PCC y EGSD12 como variables independientes, y presentó un DER 10% inferior al modelo de clasificación de canales ligeras. También, Teixeira y Delfa (1997) encontraron modelos de predicción del peso del músculo con coeficientes de determinación superiores a 90%.

La primera variable admitida en el modelo de ultrasonidos de predicción de la grasa subcutánea fue la medida EGSD12 la cual explicó 76,2% de la variación. El modelo admitió también el PCC, la EGSL1 y EGE2, mejorando el r^2 hasta 92%. El modelo de clasificación de canales ligeras solamente explicó 83,9% de la variación de la grasa subcutánea.

En la predicción de la grasa intermuscular por ultrasonidos el modelo admitió las variables PCC y la EGSD12 y explicó 91,0% de la variación. El modelo de clasificación de canales ligeras explicó 89,5% de la variación.

El contenido en hueso fue explicado en 94,4 y 87,8% por los modelos de ultrasonidos y clasificación de canales ligeras, respectivamente.

A partir de los resultados obtenidos y bajo las condiciones experimentales del presente trabajo podemos indicar que los modelos de estimación a partir de los ultrasonidos predicen con más alta precisión la composición tisular de la canal que los modelos de estimación a partir de la clasificación Europea de canales de corderos ligeros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cadavez, V. A. P., Teixeira, A., Delfa, R. y Rodrigues, S., 2000. Utilización de ultrasonidos y el peso de la canal caliente para la predicción de la composición de la canal en corderos. *Producción Ovina y Caprina*, SEOC, nº: *XXV*: 169-172.

Reglamento (CEE) n.º: 2137/92.

Reglamento (CEE) n.º: 2967/85.

SAS, 1998. SAS/SAT User's Guide, release 6.03 edn. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1028 pp.

Teixeira, A. y Delfa, R., 1997. The use of ultrasonic measurements assessed with two probes in live lambs for prediction the carcass composition. 48th Annual Meeting of the EAAP, 295.

AGRADECIMIENTOS: ESTE TRABAJO FORMA PARTE DEL PROYECTO POCTI/33743/CVT/2000, APROBADO POR LA FCT Y EL POCTI CON PARTICIPACIÓN DEL FEDER.

Tabla 1. Ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de la composición tisular de la canal por ultrasonidos.

Y	X_i	a	b_i	r^2	Sig.	DER (g)
Músculo	PCC	362,2	265,3	0,958	***	151,4
	EGSD12		1126,2	0,976	***	114,7
Grasa Subcutánea	EGSD12	-541,2	660,3	0,762	***	114,0
	PCC		22,3	0,893	***	76,4
	EGSL1		474,4	0,908	*	70,8
	EGE2		121,5	0,920	*	66,2
Grasa Intermuscular	PCC	-222,7	54,0	0,874	***	78,8
	EGSD12		469,7	0,910	***	66,6
Hueso	PCC	322,1	86,2	0,857	***	80,0
	EGSL1		-502,7	0,932	***	55,6
	EGSD12		-346,4	0,944	***	49,8

*P<0,05; ***P<0,001

Tabla 2. Ecuaciones de regresión obtenidas para la estimación de la composición tisular de la canal por el modelo comunitario de clasificación de canales de corderos ligeros.

Y	X_i	a	b_i	r^2	Sig.	DER (g)
Músculo	PCC	283,9	258,8	0,970	***	128,2
	CCG		-157,0		***	
Grasa Subcutánea	PCC	-305,0	44,0	0,839	***	93,7
	CCG		136,3		***	
Grasa Intermuscular	PCC	-187,8	57,3	0,895	***	72,0
	CCG		61,6		*	
Hueso	PCC	220,6	72,7	0,878	***	74,1
	CCG		-60,7		***	

*P<0,05; ***P<0,001

CARACTERIZACIÓN DEL CORDERO LECHAL MANCHEGO. I. SISTEMA DE CRIANZA EMPLEADO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL.

Cañeque V.[1], Díaz M.T.[1], Pérez C.[2], Huidobro F.[3], Velasco S.[1], Lauzurica S.[2], Onega E.[3], Sagarra J.[1], Manzanares C.[1]

[1] INIA. Dpto. Tecnología de Alimentos. Crta. de la Coruña, Km 7,5. 28040 Madrid.
[2] Fac. de Veterinaria. Universidad Complutense. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.
[3] IMIA. Dpto. Tecnología de Alimentos. Apto. 127. Alcalá de Henares, 28800 Madrid.

INTRODUCCIÓN

En el caso del ganado ovino, es necesario favorecer las denominaciones de origen o de calidad de las carnes de cordero fresco, en especial la de lechal, por lo específico de su producción en nuestro País. Ello permitirá que el ganadero obtenga un mayor valor añadido de su producto, lo que le obligará a preocuparse de la mejora del mismo. El consumidor por otra parte, podrá adquirir productos definidos de alta calidad, garantizada por el origen de los mismos y por el sistema de producción utilizado.

En el presente trabajo se ha tratado de definir las características de la canal del cordero lechal Manchego a partir de una muestra representativa del mismo, tomada de diversas ganaderías con distintos sistemas de producción y pesos de sacrificio y en diferentes épocas del año.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han sacrificado un total de 87 corderos machos de parto simple procedentes de 10 explotaciones, siendo los corderos criados con sus madres, la mitad de las cuales salían a pastar y la otra mitad permanecían permanentemente en el aprisco. Los pesos de sacrificio han variado entre 9 y 14 kg de peso vivo conociéndose además de todos los corderos su peso al nacimiento. El sacrificio fue realizado en un matadero municipal de la zona con el fin de que el transporte fuese lo más corto posible. Los corderos permanecieron con la madre hasta unas 2 horas antes del sacrificio. La canal fue pesada en caliente (PCC), refrigerada a 4ºC y transportada en camión refrigerado al lugar donde tuvo lugar el despiece, en donde fue pesada a su llegada (PCF). Se calcularon el rendimiento comercial y las pérdidas por refrigeración. El color de la grasa de la canal se determinó en el maslo de la cola, mediante colorímetro, utilizando el espacio de color CIELAB (CIE, 1976). La conformación y la cantidad de grasa pelvicorenal determinadas visualmente fueron realizadas según la metodología de Colomer-Rocher *et al.* (1988), así como el espesor de la grasa dorsal y las medidas objetivas de la canal (L y F). El engrasamiento visual fue realizado según el sistema UE (1994). La canal fue seccionada longitudinalmente realizándose el despiece de la media canal izquierda según el método de Colomer-Rocher *et al.* (1972), utilizando para la separación de la espalda la metodología de Boccard y Dumond (1955). La composición tisular de la pierna fue realizada según Colomer-Rocher *et al.* (1988). Para el estudio de los datos se siguió el modelo jerárquico que se describe a continuación:

$y_{ijk} - \beta (P_{ijk} - P...) = \mu + S_{i(1..2)} + G_{j(1..5)(i)} + \varepsilon_{k(ij)}$

en donde: β = constante; P_{ijk} = peso de la canal fría (covariable); P... = valor medio de la covariable; μ = media aritmética; S_i = efecto del sistema de crianza de la madre

(pastoreo o aprisco), $G_{j(i)}$ = efecto del ganadero en cada sistema; $\varepsilon_{k(ij)}$ = error residual experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para los distintos parámetros estudiados que afectan a la calidad de la canal vienen reflejados en la *tablas 1 y 2*. Se observa que el crecimiento fue superior ($p \leq 0.001$) en los corderos cuyas madres pastaban, debido en su mayor parte a la mayor producción de leche de éstas ovejas, como señalan Katsaounis y Zygoyiannis (1984). Ello dio lugar a un mayor peso de sacrificio de estos corderos así como de sus canales ($p \leq 0.001$).

El engrasamiento fue mayor en los corderos cuyas madres pastaban, lo que estaría relacionado con su mayor crecimiento (Andrews y Ørskov, 1970), lo cual es más patente cuanto menor es el formato de la raza (Boccard, 1965). Los parámetros estudiados que contribuyen más al engrasamiento han sido la puntuación visual de la UE ($p \leq 0.001$) y la cantidad de grasa pelvicorenal ($p \leq 0.05$). Respecto a la coloración de la grasa de la canal, el índice de amarillo (b*) y la saturación fueron inferiores ($p \leq 0.001$ y $p \leq 0.05$) en los corderos procedentes de madres que pastorean, aunque no se apreciaron diferencias visuales y todos presentaron una grasa blanca.

Tabla 1. Características de la canal de los corderos según los efectos del sistema de crianza de la madre y del ganadero.

	Sistema de crianza		Significación		
	Pasto (n=47)	Aprisco (n=40)	Sistema (n=2)	Ganadero (n=10)	CME
Crecimiento y Consumo:					
Peso al nacimiento (kg)	5,28	5,03	*	***	0,29
Crecimiento (g/día)	331,08	209,73	***	***	2604,6
Pesos y rendimientos:					
PVS (kg)	11,85	10,58	***	**	1,67
PCC (kg)	6,30	5,49	***	**	0,52
PCF (kg)	6,15	5,37	***	**	0,52
Rendimiento Comercial (%)	51,13	50,95	NS	***	4,39
Pérdidas refrigeración (%)	2,30	2,32	NS	*	3,95
Engrasamiento:					
G. Pelvicorenal (puntos)	2,07	1,91	NS	*	0,22
Engrasamiento UE (puntos)	1,37	1,12	***	***	0,05
G. Pelvicorenal Total (%PCF)	2,53	2,16	*	*	0,40
Espesor grasa dorsal (mm)	1,39	1,21	NS	NS	0,34
Color de la grasa (maslo):					
L*	69,36	69,99	NS	*	6,49
a*	6,21	6,55	NS	NS	4,14
b*	8,88	10,29	***	*	2,35
Saturación (Chroma)	10,94	12,26	*	NS	4,93

NS (no significativo), * ($p \leq 0.05$), ** ($p \leq 0.01$), *** ($p \leq 0.001$), CME: cuadrado medio del error, PCF: Peso canal fría, Color: L* (luminosidad), a* (índice de rojo), b* (índice de amarillo), Saturación $[(a^2 + b^2)^{1/2}]$.

También al estudiar los tejidos de la pierna (*tabla 2*) se observa una mayor proporción de grasa ($p \leq 0.01$) en los criados con ovejas que pastaban, siendo la

grasa subcutánea el componente más importante ($p \leq 0.01$). La proporción de músculo fue por el contrario mayor ($p \leq 0.01$) en los que permanecieron permanentemente en el aprisco con sus madres.

La proporción de piezas de la canal fue afectada por el sistema de crianza de las madres, aunque sólo para los bajos, cuya proporción disminuye ($p \leq 0.01$) en los corderos cuyas madres están en aprisco, aumentando el badal ($p \leq 0.05$) en los mismos corderos.

Para la mayor parte de los parámetros estudiados se ha encontrado un efecto del ganadero siendo más destacable ($p \leq 0.001$) en el crecimiento, rendimiento comercial, engrasamiento por puntuación, así como en el hueso y la grasa pélvica de la pierna.

Tabla 2. Características del despiece, disección de la pierna y conformación de la canal de los corderos según los efectos del sistema de crianza de la madre y del ganadero.

	Sistema de crianza		Significación		
	Pasto (n=47)	Aprisco (n=40)	Sistema (n=2)	Ganadero (n=10)	CME
Proporción en Tejidos (Pierna):					
Músculo	62,88	64,06	**	NS	2,82
Hueso	24,98	25,16	NS	***	1,18
Grasa Total	9,66	8,24	**	*	3,52
Grasa Subcutánea	4,05	3,29	**	NS	1,24
Grasa Intermuscular	2,98	2,72	NS	*	0,28
Grasa Pélvica	2,64	2,24	*	***	0,34
Proporción de piezas (%):					
Espalda	20,86	20,68	NS	NS	0,72
Bajos	9,58	9,06	**	NS	0,73
Costillar	20,67	20,14	NS	**	1,55
Cuello	7,00	7,43	NS	**	0,80
Pierna	34,01	34,67	NS	NS	1,49
Badal	7,58	8,01	*	NS	0,53
Conformación:					
PCF/L	132,70	124,30	NS	***	11,84
Pierna/F	38,44	39,84	**	*	2,69

NS (no significativo), * ($p \leq 0.05$), ** ($p \leq 0.01$), *** ($p \leq 0.001$), CME: cuadrado medio del error.

REFERENCIAS

Andrews R.P., Ørskov E.R. 1970. J. Agric. Sci., Camb., 75: 11-18.

Boccard R. 1965. Z. Tierzücht n. Zücht. Biol., 82(3): 271-285.

Boccard R., Dumond B.L. 1955. Anim. Zootech., III: 241-257.

CIE. 1976. Supplement no.2 to CIE, publication no. 15 (E-1.3.1) 1971, CIE, Paris.

Colomer-Rocher F., Dumont B.L., Murillo N.L. 1972. Anales del INIA, Serie Producción Animal, 3: 79-108

Colomer-Rocher F., Delfa R., Sierra A.I. 1988. Cuadernos del INIA, 17: 19-41.

Katsaounis N., Zygoyiannis D. 1984. Recueil de Mèdicine Vetérinaire, 745-753.

UE (1994). Modelo comunitario de clasificación de canales de corderos ligeros. Folleto nº CM 84-94-703-ES-D. Oficina de publicaciones oficiales de las Comunidades Europeas, L-2985 Luxemburgo.

CARACTERIZACIÓN DEL CORDERO LECHAL MANCHEGO. II. SISTEMA DE CRIANZA EMPLEADO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE.

Velasco S.[1], Pérez C.[2], Huidobro F.[3], Cañeque V.[1], Díaz M.T.[1], Lauzurica S.[2], Onega E.[3], Blazquez, B.[3],Sagarra J.[1], Manzanares C.[1]

[1] INIA. Dpto. Tecnología de Alimentos. Crta. de la Coruña, Km 7,5. 28040 Madrid.
[2] Fac. de Veterinaria. Universidad Complutense. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.
[3] IMIA. Dpto. Tecnología de Alimentos. Apto. 127. Alcalá de Henares, 28800 Madrid.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas utilizados en el engorde de corderos influyen en las características de la calidad de la canal de los mismos. Sin embargo, desde el punto de vista del consumidor son los parámetros de calidad de la carne los que van a determinar sus preferencias. En el momento de consumir la carne fresca, la dureza y la jugosidad, además del flavor son los atributos más valorados (Barton-Garde *et al.*, 1988), aunque en el momento de la compra el factor decisivo es el color.

En el presente trabajo se ha tratado de determinar las características de la carne del cordero lechal Manchego a partir de las canales de diversas ganaderías producidas mediante distintos sistemas de crianza, en animales sacrificados a distintos pesos y en diferentes épocas del año.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 87 corderos lechales machos criados como simples de raza Manchega procedentes de 10 explotaciones de ovejas que fueron criados en pastoreo o en aprisco según se describe en un trabajo anterior (Cañeque *et al.*, 2001). El pH se determinó a las 0 horas, 45 minutos y 24 horas postmorten en el músculo *longissimus dorsi* (LD), insertando en el mismo un electrodo de penetración. El color del músculo (LD) se determinó mediante un colorímetro Minolta Chroma Meter CR 200, utilizando el espacio de color CIELAB (CIE, 1976), realizándose la medida sobre la superficie de corte del músculo a nivel de la 13ª vértebra torácica, a la hora y a las 24 horas de resecar el músculo. Se analizaron la cantidad de pigmentos hemínicos (Hornsey, 1956) y la capacidad de retención de agua (CRA) (Grau y Hamm, 1953). Las pérdidas por cocción se determinaron en baño María a 75ºC durante 15 minutos, expresando los resultados como porcentaje de peso perdido. El colágeno total fue determinado midiendo la hidroxiprolina en músculo (AOAC, 1996) y el colágeno soluble según la técnica de Hill (1966). El análisis sensorial se llevó a cabo mediante un panel de catadores entrenados, utilizando escalas no estructuradas de 100 mm de longitud, determinándose los siguientes parámetros: dureza, elasticidad, jugosidad, agrado e intensidad del flavor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para los distintos parámetros instrumentales estudiados que afectan a la calidad de la carne (músculo LD) vienen reflejados en la *tabla 1*. El pH está afectado por el sistema de alimentación de las madres, siendo mayor tanto a las 0 horas ($p \leq 0.01$) como a las 24 horas ($p \leq 0.05$) en los corderos procedentes de madres criadas en aprisco. Este mayor pH final daría lugar a carnes

más oscuras (Fischer y Hamm, 1980), como ocurre en nuestro trabajo en que el valor de L* del músculo LD a las 24 horas fue inferior ($p \leq 0.01$), estando esta coordenada relacionada con la valoración visual del consumidor (Murray, 1989). No obstante, valores de L* superiores a 40, como los obtenidos en estos corderos, estarían correlacionados con la percepción por parte del consumidor de que se trata de animales jóvenes (Hopkins, 1996).

Tabla 1. Características instrumentales de la carne (músculo LD) de los corderos según los efectos del sistema de crianza de la madre y del ganadero.

	Sistema de crianza		Significación		
	Pasto (n=47)	Aprisco (n=40)	Sistema (n=2)	Ganadero (n=10)	CME
pH *longissimus dorsi:*					
pH 0h	6,61	6,70	**	***	0,03
pH 45 min	6,30	6,23	NS	***	0,06
pH 24 h	5,53	5,61	*	***	0,01
Variación pH 0-45 min	0,31	0,46	***	***	0,06
Variación pH 45 min - 24 h	0,82	0,58	**	**	0,16
Variación pH 0-24 h	1,05	1,00	NS	NS	0,05
Coloración de la Carne (1 hora):					
L*	49,22	48,26	NS	***	3,86
a*	9,27	10,01	NS	***	2,73
b*	4,79	5,08	***	***	0,25
Saturación (Chroma)	10,58	11,23	NS	**	2,25
Tono (Hue)	28,19	27,24	NS	***	26,32
Coloración de la Carne (24 h):					
L*	50,10	48,83	**	***	2,97
a*	9,59	10,63	**	***	2,00
b*	6,19	6,53	**	***	0,55
Saturación (Chroma)	11,47	12,59	***	**	2,19
Tono (Hue)	33,02	31,54	NS	***	14,91
CRA (%)	61,19	62,32	NS	***	7,46
Pérdidas por cocción (%)	25,67	26,03	NS	***	7,38
Mioglobina (mg/g músculo)	2,11	2,04	NS	**	0,65
Colágeno Total (mg/g músculo)	9,44	7,75	*	NS	5,29
Colágeno Soluble (% de total)	35,45	36,95	NS	NS	55,88

NS (no significativo), * ($p \leq 0.05$), ** ($p \leq 0.01$), *** ($p \leq 0.001$), CME: cuadrado medio del error; Color: L* (luminosidad), a* (índice de rojo), b* (índice de amarillo), Saturación $[(a^2 + b^2)^{1/2}]$, Tono (arctang b/a x 57.29); CRA: capacidad de retención de agua.

El descenso del pH fue mayor entre los 45 minutos y las 24 horas ($p \leq 0.01$) en los corderos procedentes de madres que pastan, lo que según Stabursvik *et al.* (1984) podría dar lugar a una alteración de la estructura proteica, originando una mayor palidez. El parámetro a* (intensidad de rojo) a las 24 horas es inferior en los corderos cuyas madres salen a pastar, estando de acuerdo con la idea señalada por Kang *et al.* (1998), quienes indican que el valor de a* disminuye cuando L* aumenta.

La coloración de la carne (músculo LD) varió con el tiempo (de 1 hora a las 24 horas), ya que a medida que la mioglobina (color púrpura) pasa a oximioglobina (color rojo brillante), aumenta la claridad y los índices a* y b* (Renerre, 1982).

El colágeno total podemos considerarlo como elevado, ya que en corderos de mayor peso su valor es inferior al encontrado en el presente trabajo (Mayorano *et al.*, 1993). No obstante está de acuerdo con los valores encontrados en corderos lechales en otras razas (Velasco *et al.*, 2000), siendo además muy soluble como corresponde a corderos jóvenes (Young y Braggins, 1993).

Las características sensoriales de la carne (*tabla 2*) no fueron afectadas por el sistema de crianza para ninguno de los parámetros estudiados.

Para la mayor parte de los parámetros estudiados se ha encontrado un efecto del ganadero, siendo más destacable ($p \leq 0.001$) en el pH, color y CRA de la carne.

Tabla 2. Características sensoriales de la carne (músculo LD) de los corderos según el efecto del sistema de crianza de la madre y del ganadero.

	Sistema de crianza		Significación		CME
	Pasto (n=47)	Aprisco (n=40)	Sistema (n=2)	Ganadero (n=10)	
Análisis sensorial (1 a 10):					
Dureza	3,53	3,73	NS	NS	0,37
Elasticidad	4,22	4,23	NS	*	0,45
Jugosidad	3,91	3,92	NS	NS	0,66
Agrado	5,39	5,29	NS	*	0,60
Intensidad de flavor	5,27	5,21	NS	NS	0,54

NS (no significativo), * ($p \leq 0.05$), CME: cuadrado medio del error.

REFERENCIAS

AOAC. 1996. Official Methods of Analysis of the AOAC, 39:13.

Barton-Garde P.A., Cross H.R., Jones J.M., Winger R.J. 1988. In: Meat Science, Milk Science and Technology. Vol. C. World Animal Production, 141-171 (Ed. Cross H.R., Overby A.J.) Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

Cañeque V., Díaz M., Pérez C., Huidobro F., Velasco S., Lauzurica S., Onega E., Sagarra J., Manzanares C. 2001. ITEA, Zaragoza.

CIE. 1976. Supplement no.2 to CIE, publication no. 15 (E-1.3.1) 1971, CIE, Paris.

Fischer C., Hamm R. 1980. Meat Sci., 4: 41.

Grau R., Hamm R. 1953. Die Noturwisswnschaften, 40 (1): 29-30.

Hill F. 1966. J. Food Sci., 31: 161-166.

Hopkins D.L. 1996. Meat Focus International, Nov: 400-401.

Hornsey H.C. 1956. J. Sci. Food Agric., 7: 534-540.

Kang J.O., Kim S.H., Kim I.H., Kim C.J., Joo S.T., Sakata R. 1998. Proc. 44th ICOMST, 888-889.

Mayorano G., Mc Cormick R.J., Field R.A., Snowder G. 1993. J. Anim. Sci., 71: 1817.

Murray A.C. 1989. Can. J. Anim. Sci., 69: 347-355.

Renerre M.1982. Bull Techn. C.R.Z.V. Theix, INRA, 47: 47-54.

Stabursvik E., Fretherm K., Froystein T. 1984. J. Sci. Food Agric., 35: 240-244.

Velasco S., Lauzurica S., Cañeque V., Pérez C., Huidobro F., Manzanares C., Díaz M.T. 2000. Anim. Sci., 70: 253-263.

Young O.A., Braggins T.J. 1993. Meat Sci., 35: 213-222.

EFECTO DEL MANEJO DE LOS CORDEROS PREVIO AL SACRIFICIO EN LA CALIDAD DE LA CARNE

Herminia Vergara y Laureano Gallego
Universidad de Castilla-La Mancha
Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal,
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos,
Campus Universitario, 02071 Albacete

INTRODUCCIÓN

Un gran número de factores, intrínsecos y extrínsecos pueden afectar a la calidad de la carne (Sañudo et al. 1998) y entre estos últimos se puede considerar el manejo de los animales previo al sacrificio, debido al estrés que puede llevar consigo. Por otra parte, aunque la especie ovina ha sido considerada poco sensible al mismo (Brazal y Boccard, 1977), hay estudios que demuestran que los niveles de noradrenalina y adrenalina son mucho mayores (20 y 14 veces más altos respectivamente) en animales que han sido previamente aturdidos eléctricamente que en los que no lo han sido (Pearson et al.,1977). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del manejo previo al sacrificio (con o sin aturdimiento eléctrico) en los parámetros que determinan la calidad de la carne de cordero.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 24 machos de raza Manchega pertenecientes al rebaño experimental de la ETSIA de Albacete. Los corderos fueron distribuidos en dos grupos de 12 animales cada uno, con diferente manejo previo al sacrificio.(Grupo1: No aturdidos; Grupo 2: Aturdidos eléctricamente, 125 V durante 10 segundos y los electrodos aplicados a ambos lados de la cabeza detrás de las orejas). El sacrifico fue realizado en ambos grupos a los 25 kg de peso y posteriormente las canales permanecieron en oreo durante 24 h a 6º C. La calidad de la carne fue valorada de forma instrumental en el músculo *Longissimus dorsi*.

El pH fue medido inmediatamente después del sacrificio, a los 45 minutos y a las 24 horas post-mortem (pH0, pH45 y pH24 respectivamente). Después de medir el pH24, el m. *Longissimus dorsi* fue separado de la canal y cortado en 5 porciones de las cuales una fue utilizada para evaluar la calidad inicial: a las 24 h post-mortem Capacidad de Retención de Agua (CRA) y el color (L*,a*, b*) y a las 72 horas la Fuerza al Corte (FC).

El resto de las muestras se envasaron al vació en bolsas barrera Cryovac y se mantuvieron a 1º C hasta su análisis, que fue realizado a los 5, 8, 11 y 14 días post-mortem. Se determinó las siguientes variables:

- pH, mediante un electrodo de penetración adaptado a un pHmétro portátil Crison 507;
- CRA, expresada como porcentaje del agua liberada, fue analizada mediante el método de Grau y Hamm (1953);
- Color (L*, a*, b*), con un espectrofotómetro Minolta CR-200;
- FC (kg/cm^2), mediante un texturómetro TA.XT2 equipado con una célula Warnez-Bratzler.

El efecto del manejo previo al sacrifico (sin o con aturdimiento) sobre la calidad de la carne fue analizado con un análisis de varianza. La evolución de las

variables con el tiempo de maduración fue analizado con un test de Tukey en cada grupo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en las figuras 1 a 6.

Los valores de pH0 (6.42), pH45 (6.15) y pH24 (5.78) fueron similares a los encontrados en esta misma raza por Vergara y Gallego (1999).

El pH más bajo fue alcanzado en ambos grupos a los 5 días (5.69 *vs* 5.61 para el grupo 1 y 2 respectivamente; $P < 0.001$). A partir de este momento este parámetro permaneció constante en la carne de los animales no aturdidos, mientras que incrementó ($P < 0.05$) en la de los aturdidos. Esta evolución del pH en el grupo 2 coincide con los resultados de Paulick et al. (1989) y esto sugiere que la carne madura antes en este grupo.

No hubo diferencias en la CRA entre ambos grupos, que disminuyó con el tiempo de maduración ($P < 0.05$), pero la mayor cantidad de agua liberada se presentó 3 días antes en la carne del grupo de corderos aturdidos (24.06% *vs* a 23.96% en el grupo 1).

No tuvo efecto significativo el tipo de manejo ni en los parámetros de color ni sobre la FC. La evolución observada en L*, a* y b* durante el periodo analizado coincide con lo obtenido con Moore y Young (1991). El tiempo de maduración no afectó a la terneza de la carne en el grupo 1, pero si en la carne de animales aturdidos, la cual disminuyó ($P < 0.05$) con el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Brazal, T. & Boccard, R. (1977). Efectos de dos tratamientos ante mortem sobre la calidad de la canal y de la carne de cordero. *Producción Animal. INIA*, 8, 97-125.

Grau, R. & Hamm, R. (1953). In: P.J. Bechtel (Ed.), Muscle as food. Food science and technology. *A Series of Monographs* (1985). New York: Academics Press.

Moore, V.J. & Young, O.A. (1991).The effects of electrical stimulation, thawing, ageing and packaging on the colour and display life of lamb chops. *Meat Science* 30, 131-145.

Paulick, C., Stolle, F.A. & von Mickwitz, G. (1989). The influence of different stunning methods on meat quality of sheep meat. *Fleischwirtsch*, 69(2), 227-230.

Pearson, A.J., Kilgour , R., de Langen, H. & Payne, E. (1977). Hormonal responses of lambs to trucking, handling and electrical stunning. *Proceeding of New Zealand Society. Animal Production*, 37, 243-248.

Sañudo, C., Sánchez, A. & Alfonso, M. (1998). Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *44th International Congress of Meat Science and Technology*. Barcelona, Spain. *Meat Science* 49(Suppl. 1) S29-S64.

Vergara, H. & Gallego, L. (1999). Effect of type suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems. *Meat Science*,53(3),211-215.

Figura 1.

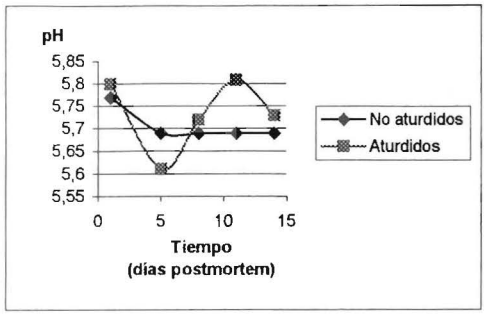


Figura 2.

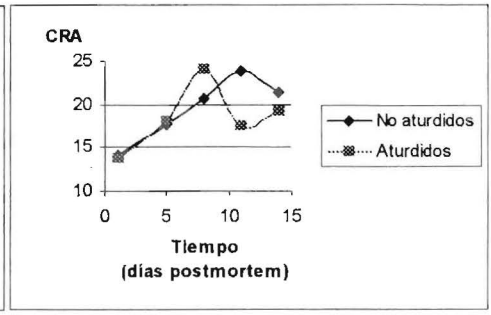


Figura 3.

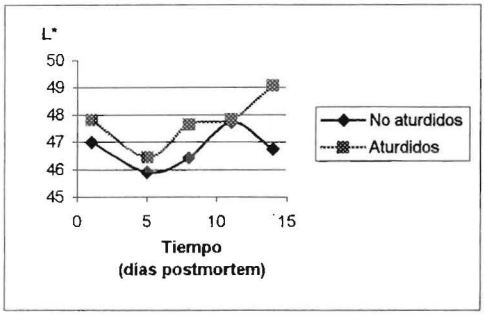


Figura 4.

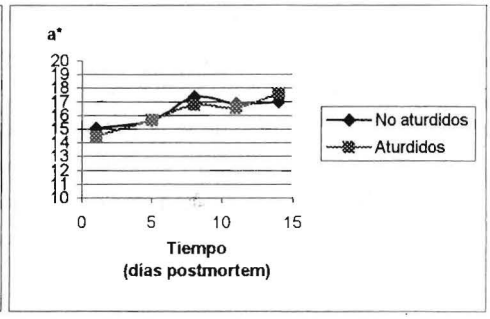


Figura 5.

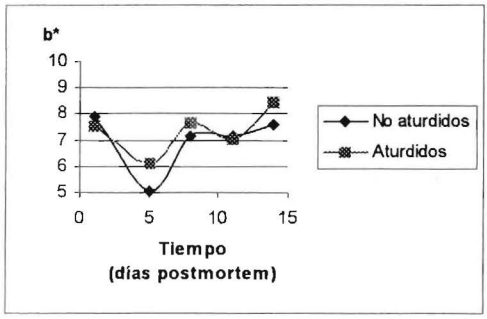
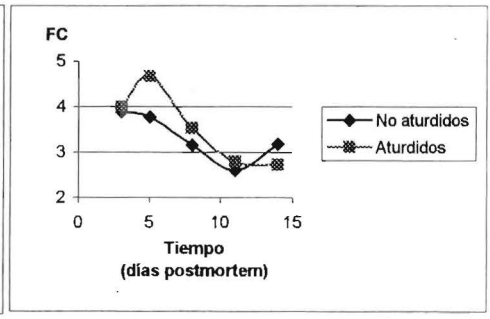


Figura 6.



Figuras 1 a 6. Evolución de los parámetros que determinan la calidad de la carne de cordero según el manejo previo al sacrificio (con o sin aturdimiento eléctrico)

PRODUCCIÓN DE CORDEROS EN PRADERAS. I. INFLUENCIA SOBRE EL DESARROLLO Y METABOLISMO DEL TEJIDO GRASO.

Alzón M.[1], Arana A.[1], Santamaria C.[2], Mendizabal J.A.[1], Erburu J.A.[2], Eguinoa P.[1], Purroy A.[1]

[1]ETSIA. Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadia, 31006 Pamplona.
[2]ITG Ganadero. Carretera del Sadar, s/n 31006 Pamplona.

INTRODUCCIÓN

La raza ovina Navarra está orientada a la producción de corderos de tipo ternasco, que por lo general tras el destete con 45-50 dias de edad y 15-18 kg de peso vivo, pasan a cebadero hasta alcanzar en el momento del sacrificio 24-25 kg a los tres meses de edad (Santamaría, 1998). En el Pirineo Navarro, en primavera, se sigue otro sistema de producción donde, aprovechando la producción forrajera (Mayo-Julio), los corderos nacidos en esa época se ceban en las praderas, junto a sus madres (Ameztoy y Mendizabal, 1994). Las canales de estos corderos producidos en pasto, resultan menos engrasadas que las de los corderos producidos en cebadero (Alzón *et al.*, 2000).

El incremento de la adiposidad de los depósitos grasos de corderos se debe a dos fenómenos: la hiperplasia o aumento del número de adipocitos, y la hipertrofia o aumento del tamaño de los mismos (Hood, 1982). Entre los factores que afectan al metabolismo del tejido adiposo en rumiantes se encuentran tanto la cantidad como la calidad de la dieta ingerida (Vernon, 1981).

En la presente comunicación se estudia el desarrollo y metabolismo del tejido graso de corderos cebados en pasto frente a un cebo tradicional en cebadero. Para ello, se ha estudiado el tamaño y número de adipocitos así como la actividad de las enzimas lipogénicas Glicerol-3-fosfato deshidrogenasa (G3-PDH) indicadora de la síntesis total de triglicéridos, y Sintetasa de Acidos Grasos (FAS) indicadora de la síntesis *de novo* de ácidos grasos, de diferentes depósitos grasos de corderos cebados en pasto o en cebadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 22 corderos machos, de raza Navarra, divididos en dos grupos: el grupo *Cebo Tradicional* (n=11) tras el destete se cebó con concentrado y paja de cereal en las instalaciones de la Universidad Pública de Navarra y el grupo *Pasto* (n=11) permaneció junto a sus madres en las praderas de la finca experimental de Remendia (Valle de Salazar, Navarra) del Instituto Técnico de Gestión Ganadero S.A., consumiendo leche materna, pasto y concentrado (Alzón *et al.*, 2000). Inmediatamente después del sacrificio, se tomaron las muestras de grasa de los depósitos omental (OM), pelvicorrenal (PR) y subcutáneo (SC), en este último depósito en la base de la cola.

Para la determinación del tamaño de los adipocitos, las muestras fueron sometidas a una digestión con colagenasa para provocar así la separación de los adipocitos (Robdell, 1964). Con los adipocitos aislados se realizaron preparaciones microscópicas y las imágenes obtenidas al microscopio fueron digitalizadas para determinar posteriormente el diámetro de los adipocitos mediante la técnica de Análisis de Imagen (Biocom, 1992).

Para la determinación de la actividad de la enzima Glicerol-3-fosfato deshidrogenasa (G3-PDH, EC 1.1.1.8) se usó la técnica de Wise y Green (1979), mientras que para la determinación de la enzima Sintetasa de Acidos Grasos (FAS, EC 2.3.1.85) se usó la técnica de Halestrap y Denton (1973).

El tratamiento estadístico de los datos, se realizó por medio de un análisis de varianza, donde los factores de variación estudiados fueron el grupo (*Cebo Tradicional* y *Pasto*) y el tipo de depósito graso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales del grupo *Cebo Tradicional*, que tuvieron mayor cantidad de grasa omental y pelvicorrenal, canales más engrasadas, con un mayor espesor graso dorsal y un mayor porcentaje de grasa subcutánea en la disección de la espalda (Alzón *et al.*, 2000), presentaron un mayor tamaño de sus adipocitos que los animales del grupo *Pasto*, en los tres depósitos estudiados ($p<0,05$;Tabla 1). En este sentido, Hood y Thornton (1979) al comparar corderos con distinto nivel de ingestión, observaron que la mayor deposición de tejido graso que se daba en los corderos con mayor nivel de ingestión, se acompañaba de un aumento del tamaño de los adipocitos. Sin embargo, el número de adipocitos fue el mismo en ambos grupos de corderos tanto en el depósito OM como en el PR (Tabla 1). Ello podría ser debido a que la hiperplasia de los adipocitos es un fenómeno que se completa en una fase temprana de la vida de los corderos, fundamentalmente en el depósito PR (Nougués y Vézinhet, 1977; Purroy *et al.*, 1997) de forma que la diferente alimentación recibida durante el cebo no afectaría al número de adipocitos. Por último, como se muestra en la tabla 2, los adipocitos de los animales del grupo *Cebo Tradicional* presentaron mayor actividad de las enzimas lipogénicas G3-PDH ($p<0,001$) y FAS ($p<0,001$), lo cual estaría en consonancia con su mayor estado de engrasamiento.

Al comparar los diferentes depósitos grasos entre sí, se puede observar que los adipocitos del depósito OM fueron de mayor tamaño que los del depósito PR (Tabla 1). Esta misma jerarquía se encuentra con la actividad de la enzima lipogénica G3-PDH (Tabla 2). Estos resultados vuelven a confirmar lo indicado por Soret *et al.*, (1998), quienes en corderos de razas Rasa Aragonesa y Lacha sacrificados con 12 y 24 kg de peso vivo encontraron un mayor tamaño y una mayor actividad enzimática lipogénica en el depósito OM, si bien a los 36 kg se igualaba a la del depósito SC.

En definitiva, cabe concluir que la diferente naturaleza y nivel energético de la dieta de los corderos durante el periodo de cebo influye sobre la hipertrofia de los adipocitos y la actividad de las enzimas lipogénicas, no actuando, sin embargo, sobre la hiperplasia de los adipocitos.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Piensos Unzué S.A. de Orcoyen (Navarra), la cual nos proporcionó los piensos utilizados en la presente experiencia. Al I.N.I.A. por la beca de investigación concedida a Martín Alzón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzón M., Arana A., Santamaria C., Mendizabal J.A., Erburu J.A., Eguinoa P., Purroy A., 2000. *Producción Ovina y Caprina Nº XXV.SEOC*, 119-121.
- Ameztoy J.M., Mendizabal F.J., 1994. *Navarra Agraria*, 82, 53-59.
- Biocom, 1992. Photometric Image Analisis System. Les Ulis Cedex France. pp. 203.
- Halestrap A.P., Denton R.M., 1973. *Biochem. J.* 132: 509-517.
- Hood R.L., 1982. *Federation Proc.*, Vol 41-9:2555-2561.
- Hood R.L., Trornton R.F.,1979. *Australian Journal of Agricultural Research*, 30: 153-161.
- Nouguès J., Vézinhet A., 1977, *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 17: 799-806.
- Purroy A., Mendizabal J.A., Soret B., Arana A., Mendizabal F.J., 1997 *Ann. Zootech.*, 46: 309-319.
- Robdell M., 1964. *J. Biol. Chem.*, 239: 375-386.
- Santamaría C., 1998, *Ovino de carne: aspectos claves*, 79-89. Mundi Prensa. Madrid.
- Soret B., Mendizabal J.A., Arana A., Purroy A., Eguinoa P., 1998. *Small. Rum. Res.*, 29: 103-112.
- Vernon R.G., 1981, *Progress in Lipid Research*, 19: 23-106.
- Wise L.S., Green H., 1979. *J. Biol. Chem.* 254: 273-275.

Tabla 1.- Diámetro de los adipocitos (μm) (media±desviación estándar) de los depósitos grasos omental (OM), pelvicorrenal (PR) y subcutáneo (SC), y número de adipocitos (media±desviación estándar) en el depósito omental (OM) y pelvicorrenal (PR), para el grupo *Cebo Tradicional* y el grupo *Pasto*.

	Cebo	*Pasto*	G	D	GxD
Diámetro Adipocitos (μm)			*	*	ns
OM	77,6±7,91^{a}	71,3±10,84^{a}			
PR	69,3±3,28^{b}	64,0±10,48^{b}			
SC	72,8±7,38^{ab}	68,1±12,51^{ab}			
Número Adipocitos (10^{6})			ns	ns	ns
OM	1386±401,5	1357±434,5			
PR	1530±317,1	1453±352,5			

(Comparación entre depósitos grasos: letras diferentes p<0,05; letras iguales o ausencia de letras p>0,05)
(*: p<0,05; ns: no significativo)
G: Grupo; D: Depósito.

Tabla 2.- Actividad de las enzimas lipogénicas (nmol $min^{-1}g^{-1}10^{-6}$ adipocitos) (media±desviación estándar) Glicerol-3-fosfato deshidrogenasa (G3-PDH) y Sintetasa de Acidos Grasos (FAS), en los depósitos omental (OM), pelvicorrenal (PR) y subcutáneo (SC), para el grupo *Cebo Tradicional* y el grupo *Pasto*.

	Cebo	*Pasto*	G	D	GxD
G3-PDH(nmol $min^{-1}g^{-1}10^{-6}$ adipocitos)			***	**	ns
OM	1018±252,3^{a}	415±190,7^{a}			
PR	531±205,8^{b}	381±240,3^{b}			
SC	899±256,5^{a}	474±208,0^{a}			
FAS(nmol $min^{-1}g^{-1}10^{-6}$ adipocitos)			***	ns	ns
OM	44±24,9	30±20,8			
PR	34±12,2	22±14,3			
SC	59±35,0	30±20,0			

(Comparación entre depósitos grasos: letras diferentes p<0,05; letras iguales o ausencia de letras p>0,05)
(**: p<0,01; ***: p<0,001; ns: no significativo)
G: Grupo; D: Depósito.

PRODUCCIÓN DE CORDEROS EN PRADERAS. II. INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE

Gorraiz, C.; Indurain, G.; Villanueva, I.; Goñi, V.; Alzueta, M.J.; Sarriés, V.; Eguinoa, P.; Beriain, M.J.; Purroy, A.
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra. Pamplona

Introducción

La alimentación es uno de los factores que influye sobre la calidad de la carne de ovino, y diversos autores han evaluado el efecto que sobre ella ha producido una dieta basada en pasto o en cebo (Kemp et al., 1981; Rousset-Akrim et al., 1997; Onega et al., 2000). Entre los parámetros que definen la calidad de la carne están el color, el flavor y la textura, junto con la composición de ácidos grasos. En el presente trabajo se ha estudiado el efecto de la alimentación con pastos o concentrado en corderos de 28 kg de peso vivo de raza Navarra sobre la calidad de la carne.

Material y métodos

Se han utilizado 16 corderos machos de raza Navarra, de los cuales 5 pertenecen al grupo de *cebadero* y los 11 restantes al grupo de *pasto*. Los corderos del grupo *cebadero* se destetaron con 18,4±1,8 kg de peso y 56±1,2 días de edad, momento en que se trasladaron a la nave experimental de cebo de la Universidad Pública de Navarra donde se les administró pienso (75,2% cebada, 11,8% soja, 10,0% maíz, 2,2% CO_3Ca y 0,6% de corrector vitamínico-mineral) y paja de cebada, ambos *ad libitum*. Los corderos del grupo pasto permanecieron junto a sus madres en las praderas de la finca experimental del ITGG en Remendía (Navarra), disponiendo además de la leche materna y el pasto, del mismo pienso que los corderos del grupo *cebadero*. Se destetaron una semana antes de su sacrificio (27,2±1,98 kg de peso y 101±3,1 días de edad) para realizar un acabado en el cebadero de la UPNA de forma similar al sistema utilizado en la zona pirenaica de Navarra con los corderos nacidos en los meses de mayo y junio.

Los animales de *cebadero* se sacrificaron con 29,6±1,26 kg de peso vivo y 101±6,3 días de edad, y los de *pasto* con 28,8±2,44 kg de peso vivo y 106±3,1 días de edad, en el matadero de Pamplona. A las 24h se tomaron medidas de pH y temperatura sobre la zona caudal del músculo *longissimus dorsi*. A continuación se extrajo dicho músculo de la media canal izquierda sobre el que se analizó la composición química (ISO R-1442 humedad, ISO R-936 cenizas, ISO R-1443 grasa, ISO R-937 proteína), el perfil de ácidos grasos totales (ISO 5508), el contenido en pigmentos (Hornsey, 1956) y la capacidad de retención de agua (Grau y Hamm, 1953). Así mismo, se determinó la fuerza al corte con célula Warner-Bratzler (texturómetro TA.XT2) y las medidas colorimétricas L*, a* y b* con espectrocolorímetro Minolta CM2002. Además se realizó un análisis descriptivo de la características organolépticas de la carne cocinada utilizando un panel entrenado (Gorraiz et al., 2000). Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de la varianza de un factor (alimentación) utilizando el paquete estadístico SPSS 9.0 (1998).

Resultados y discusión

Los valores de pH postsacrificio y a las 24 h presentaron una evolución normal (6,45 y 5,62, respectivamente). En la Tabla 1 se puede observar la composición química de la carne de ambos lotes, destacando la carne del grupo *cebadero* por un contenido superior en grasa intramuscular (2,1% *vs* 1,5%, $p<0,05$), lo que está relacionado con el mayor engrasamiento presentado por estos animales (Alzón et al., 2000). No se observaron diferencias significativas en la fuerza Warner-Blatzer ni en la capacidad de retención de agua ($p>0,05$). En cuanto al color de la carne, los animales con una dieta a base de pasto presentaron una carne más pigmentada ($p<0,01$), con mayor luminosidad (L*, $p<0,001$) y menos roja (a*, $p<0,05$) que los animales alimentados con concentrado.

En cuanto a la calidad organoléptica de la carne (Tabla 2), los animales del lote *cebadero* presentaron una carne con aroma y flavor característico superiores ($p<0,001$). Rousset-Akrim et al. (1997) observaron diferencias en el aroma y flavor de ambos tipos de alimentación, destacando la dieta de pasto por unas notas a "ovino", "animal", "rancio" y "col". Esto podría estar relacionado con una menor apetecibilidad de la carne de los corderos alimentados con pasto detectada por Kemp et al. (1981). En cuanto a la textura, se vió afectada por la dieta en todos sus atributos, resultando la carne del grupo cebadero más jugosa, tierna, fácil de tragar y untuosa, y de menor cohesividad y harinosidad, lo que podría estar relacionado con su mayor contenido en grasa.

La composición de ácidos grasos totales de la carne (Tabla 3), se ha visto afectada por la dieta, presentado la carne de los animales alimentados con pasto mayor porcentaje de algunos ácidos saturados, como C12:0, C 22:0 y C24:0. Este hecho se debería a que una dieta predominantemente de cereales produce un cambio en la población microbiana del rumen y se reduce la hidrogenación de los ácidos grasos poliinsaturados, provocando una deposición inferior de saturados (Wood et al., 1999). El contenido en C 18:3w6, C 18:3w3, C 22:2 y C 24:1 también fue superior en la carne de los animales con una alimentación de pasto, tal y como señalaron Wood et al. (1999) quienes observaron que las dietas de pasto aumentan la deposición de ácidos grasos ≈3, al igual que Kemp et al. (1981) quienes observaron una correlación negativa entre contenido en grasa intramuscular y porcentaje de linolénico, de forma similar a los resultados de este estudio.

Referencias bibliográficas

Alzón, M.; Arana, A.; Santamaría, C.; Mendizabal, J.A.; Erburu, J.A.; Eguinoa, P.; Purroy, A. 2000. XXV Jornadas SEOC. Teruel.

Gorraiz, C.; Beriain, M.J.; Chasco, J.; Iraizoz, M. 2000. J. Sen. Stud. 15(2), 137-149.

Graw, R.; Hamm, R. 1953. Naturwissenschaften, 40(1), 29-30.

Hornsey, H.C. 1956. J. Sci. Food Agric. 7, 534.

ISO R-1442 (1973); ISO R-1443 (1973); ISO R-936 (1973); ISO R-937 (1978); ISO 5508 (1990). International Standards of Meat and Meat Products. International Organization for Standarization, Geneva.

Kemp, J.D.; Mahyuddin, M.; Ely, D.G.; Fox, J.D.; Moody, W.G. 1981. J. Anim. Sci. 51(2), 321-330.

Onega, E.; Ruiz de Huidobro, F.; Díaz, M.T.; Velasco, S.; Lauzurica, S.; Pérez, C.; Cañeque, V.; Manzanares, C.; Blázquez, B.; González, J. 2000. XXV Jornadas SEOC. Teruel.

Rousset-Akrim, S.; Young, O.A.; Berdagué, J.L. 1997. Meat Sci. 45(2), 169-181.

Wood, J.D.; Enser, M.; Fisher, V.; Nute, G.R.; Richardson, R.I.; Sheard, P.R. 1999. Proceedings of the Nutrition Society 58, 363-370.

Tabla 1. Valores (media ± error típico) de composición química, CRA, fuerza al corte y color

	CEBADERO	PASTO	
Humedad %	72,3 ± 1,5	72,5 ± 1,0	ns
Proteína %	20,9 ± 0,60	21,6 ± 0,41	ns
Grasa %	2,1 ± 0,19	1,5 ± 0,14	*
Cenizas %	5,4 ± 0,36	4,8 ± 0,24	ns
CRA %	24,6 ± 1,2	21,9 ± 0,8	ns
Warner-Blatzer (kg)	4297 ± 198	4281 ± 142	ns
Pigmentos (mg/ g)	2,13 ± 0,14	2,69 ± 0,10	**
L*	37,2 ± 0,53	41,7 ± 0,63	***
a*	11,9 ± 0,49	9,6 ± 0,58	*
b*	6,5 ± 0,34	7,6 ± 0,40	ns

ns: no significativo; *: $p<0,05$; **: $p<0,01$; ***: $p<0,001$

Tabla 2. Valores (media ± error típico) de aroma, flavor y textura de la carne cocinada

	CEBADERO	PASTO	
AROMA			
Característico	105 ± 6,65	74,1 ± 4,48	***
Sangre	39,3 ± 5,61	36,5 ± 3,38	ns
Lana	42,7 ± 6,52	47,0 ± 4,53	ns
FLAVOR			
Característico	107,7 ± 7,57	71,1 ± 5,01	***
Sangre	48,0 ± 6,31	52,0 ± 4,32	ns
Lana	41,3 ± 7,45	42,5 ± 5,18	ns
Hígado	29,5 ± 5,77	40,5 ± 3,89	ns
Grasa	78,1 ± 6,02	67,1 ± 4,06	ns
Residual	87,8 ± 6,67	74,5 ± 4,34	ns
TEXTURA			
Jugosidad inicial	97,1 ± 7,49	70,9 ± 5,05	**
Jugosidad continuada	84,7 ± 7,36	59,8 ± 4,97	**
Dureza	41,1 ± 7,06	68,8 ± 4,76	**
Cohesividad	57,4 ± 7,65	77,5 ± 3,16	*
Harinosidad	32,0 ± 7,41	54,9 ± 5,00	*
Facilidad tragar	92,2 ± 8,36	66,5 ± 5,64	*
Untuosidad	76,1 ± 6,80	75,0 ± 4,59	*

ns: no significativo; *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

Tabla 3. Composición (%) de los ácidos grasos totales de la grasa intramuscular

	CEBADERO	PASTO	
C 12:0	0,51 ± 0,159	1,02 ± 0,101	*
C 14:0	2,81 ± 0,408	3,74 ± 0,258	ns
C 15:0	0,37 ± 0,044	0,48 ± 0,028	ns
C 16:0	19,82 ± 0,444	18,99 ± 0,281	ns
C 17:0	0,927 ± 0,078	0,936 ± 0,049	ns
C 18:0	14,94 ± 0,488	15,01 ± 0,309	ns
C 19:0	0,12 ± 0,029	0,12 ± 0,018	ns
C 20:0	0,11 ± 0,018	0,15 ± 0,011	ns
C 22:0	0,03 ± 0,006	0,05 ± 0,004	**
C 23:0	0,03 ± 0,059	0,13 ± 0,037	ns
C 24:0	0,08 ± 0,029	0,16 ± 0,018	*
C 14:1	0,68 ± 0,203	0,47 ± 0,128	ns
C 16:1	2,03 ± 0,161	2,01 ± 0,102	ns
C 17:1	0,69 ± 0,273	0,83 ± 0,172	ns
C 18:1	40,47 ± 1,075	33,03 ± 0,680	***
C 20:1	0,16 ± 0,048	0,12 ± 0,030	ns
C 24:1	0,55 ± 0,194	1,79 ± 0,123	***
C 18:2	6,44 ± 0,500	7,00 ± 0,316	ns
C 18:3w6	0,07 ± 0,010	0,14 ± 0,006	***
C 18:3w3	0,57 ± 0,140	2,37 ± 0,089	***
C 20:2	0,50 ± 0,086	0,60 ± 0,050	ns
C 20:3	0,35 ± 0,037	0,43 ± 0,023	ns
C 20:4	7,51 ± 1,053	10,02 ± 0,666	ns
C 22:2	0,03 ± 0,075	0,26 ± 0,047	*
C 22:6	0,17 ± 0,019	0,13 ± 0,012	ns

ns: no significativo; *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DE LOS ADIPOCITOS, LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA LIPOGÉNICA Y LA COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DEL DEPÓSITO SUBCUTÁNEO DE CORDEROS EN CRECIMIENTO

Beriain M.J., Soret B., Mendizabal J.A., Arana A., Horcada A., Chasco J., Purroy A.
ETSIA. UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA. Pamplona.

INTRODUCCIÓN

Durante el crecimiento y cebo de los animales el engrasamiento tiene lugar mediante la captación, síntesis y almacenamiento de ácidos grasos en forma de triglicéridos en el citoplasma de los adipocitos. Este proceso tiene lugar por mediación de diferentes enzimas lipogénicas y da lugar, además de a la hiperplasia o proliferación de adipocitos, sobretodo a la hipertrofia o aumento del tamaño de los mismos. Por otra parte, los cambios que se dan, tanto en la alimentación como en el metabolismo, conforme el animal va creciendo llevan consigo modificaciones en la composición en ácidos grasos de la grasa (Vernon, 1981).

En el presente trabajo se estudia la relación existente entre las modificaciones que tienen lugar en el tamaño de los adipocitos, las actividades enzimáticas lipogénicas y la composición en ácidos grasos de la grasa subcutánea de corderos de raza Rasa Aragonesa durante su crecimiento y cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 45 corderos machos de raza Rasa Aragonesa (RA), distribuidos en 3 grupos de 15 corderos cada uno y sacrificados respectivamente con 11,7 ± 0,67; 24,5 ± 0,57 y 35,8 ± 1,74 kg de peso vivo (PV) y 32 ± 5; 89 ± 8 y 123 ± 8 días de edad (RA12, RA24, RA36). Los corderos del RA12 se sacrificaron el día del destete; los de los RA24 y RA36, una vez destetados, dispusieron de pienso concentrado y paja de cebada, ambos a voluntad, hasta el día del sacrificio. Inmediatamente después del sacrificio se tomó una muestra de grasa subcutánea localizada en la base de la cola en la que se determinó el tamaño de los adipocitos, la actividad de las enzimas lipogénicas Glicerol 3-P deshidrogenasa (G 3-PDH, EC 1.1.1.8) (estimadora de la síntesis total de triglicéridos) y Sintetasa de ácidos grasos (FAS, EC 2.3.1.85) (estimadora de la síntesis *de novo* de ácidos grasos) y la composición en ácidos grasos. A las 24 h del sacrificio se midió el espesor de la grasa subcutánea dorsal (EGD) siguiendo la metodología propuesta por Colomer *et al.* (1988).

La fijación de los adipocitos se realizó con tetróxido de osmio y el diámetro de los mismos se determinó mediante la técnica de Análisis de Imagen (Soret *et al.*, 1998). La determinación de las enzimas G3-PDH y FAS se realizó mediante las técnicas de Wise y Green (1979) y Halestrap y Denton (1973), respectivamente. Por último, la composición en ácidos grasos se determinó mediante cromatografía de gases tras la extracción y metilación de la grasa (Beriain *et al.*, 2000).

El análisis de datos se realizó mediante el test de correlación de Pearson del paquete estadístico SPSS (1998).

RESULTADOS Y DISCUSION

La disminución del grado de saturación de la grasa conforme aumenta el peso y la edad de los corderos es un fenómeno ampliamente descrito (Friend *et al.* 1983; Beriain *et al.*, 2000). En el presente trabajo, ello se ha manifestado claramente con los ácidos grasos saturados (AGS) pares de cadena media (C12:0 y C14:0), (C16:0) y larga (C20:0), en los que los coeficientes de correlación entre el contenido en dichos AG y el PV fueron negativos (r=-0,79; -0,87; -0,75; -0,85; P<0,001; Tabla 1). Este fenómeno comienza a acentuarse con la interrupción de la ingestión de leche materna después del destete y al iniciarse la alimentación con concentrado con el que se incrementa la ingestión de ácido oleico (C18:1), una parte del cual se incorpora directamente al depósito subcutáneo aumentando la insatauración del mismo. Además, para todos los ácidos grasos señalados la correlación con el EGD, el diámetro de los adipocitos (DA) y la actividad de las enzimas G3PDH y FAS fue así mismo negativa y significativa. Unicamente, en el caso del ácido esteárico (C18:0) no existió correlación significativa entre su contenido y el PV, EGD, DA y la actividad de las enzimas lipogénicas.

Entre los AGS impares se observa que el pentadecanoico (C15:0) disminuye con el PV (r=-0,52; P<0,001), mientras que el heptadecanoico (C17:0) aumenta conforme los corderos crecen (r=0,68; P<0,001), debido posiblemente al consumo de alimento concentrado a partir del cual se sintetiza ácido propionico (precursor de los AG de número impar de átomos de carbono) (Viviani et al., 1970). No obstante, el contenido en este ácido graso es muy inferior al de la suma del resto de AGS y el balance global se inclina claramente hacia la disminución de la proporción de AGS y aumento de los ácidos grasos insaturados (AGI) a medida que los corderos crecen, como se pone de manifiesto en el incremento de la relación AGS/AGI con el PV (RA12, 0,82; RA24, 0,98; RA36, 1,20), debido principalmente al oleico (C18:1) que es el mayoritario (45% del contenido total en AG) y que aumenta conforme el animal crece (r=0,79; P<0,001). Por tanto, según se observa en la Tabla 1, cuanto más pesado, engrasado y mayor tamaño de adipocitos tenga el cordero, mayor será la proporción de C18:1 en el interior de sus adipocitos, habiéndose acompañado esta mayor sintesis de oleico con una mayor actividad de las enzimas lipogénicas G3PDH y FAS. El ácido linoleico (C18:2) sigue una pauta muy similar a la del oleico, lo que contribuye al aumento de AG poliinsaturados con el PV. Sin embargo, el contenido en ácido linolénico (C18:3), que es el que se presenta en menor proporción entre los AGI de la serie de 18C, disminuye conforme el animal crece y se engrasa.

El engrasamiento del animal con la edad y el peso ocasiona un aumento de la fracción de triglicéridos(con elevados contenidos en AGS y AG monoinsaturados) y descenso de la fracción de fosfolipidos (con alto contenido en AG poliinsaturados) y colesterol, considerados como fracciones de almacenamiento y de tipo estructural, respectivamente (Webb et al., 1998). Este fenómeno coincide con un aumento del tamaño de los adipocitos los cuales almacenan mayor contenido en grasa y de naturaleza más insaturada, hará disminuir el contenido porcentual en el depósito subcutáneo de lípidos estructurales que se encuentran presentes en las membranas de los adipocitos ricos en AG poliinsaturados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beriain M.J., Horcada A., Lizaso B., Purroy A., Chasco J., Mendizabal J.A., 2000. J.Anim. Sci., 78: 3070-3077.

Colomer F., Delfa R., Sierra I., 1988. Cuadernos INIA, 17: 19-41.

Friend D.W., Kramer J.K.G., Fortin A., 1983. J. Food Sci., 48: 1442-1444.

Halestrap A.P., Denton R.M., 1973. Biochem. J., 132: 509-517.

Soret B., Mendizabal J.A., Arana A., Purroy A., Eguinoa P., 1998. Small Rum. Res., 29: 103-112.

Vernon R.G., 1981. Progress in Lipid Res., 19: 23-106.

SPSS.1998. SPSS Manual. Versión 8.0. SPSS. Inc., Chicago, IL.

Viviani R., 1970. En: Advances in lipid research. Academic Press. New York. pp:267-346.

Webb E.C., De Smet S., Van Nevel C., Martens, B., Demeyer D.Y., 1998. Meat Sci., 50: 45-53.

Wise L.S., Green H., 1979. J. Biol. Chem., 254: 273-275.

Tabla 1.- *Coeficientes de correlación entre el peso vivo (PV), el espesor de la grasa dorsal (EGD), el diámetro de los adipocitos (DA), la actividad de las enzimas G3PDH y FAS y los diferentes ácidos grasos del depósito subcutáneo de corderos de raza Rasa Aragonesa durante su crecimiento y cebo.*

%	Acido Graso	PV	EGD	DA	G3PDH	FAS
(0,7)	Laurico (C12:0)	-0,79***	-0,58***	-0,59***	-0,57***	-0,37*
(7,7)	Mirístico (C14:0)	-0,87***	-0,61***	-0,62***	-0,61***	-0,42**
(1,0)	Pentadecanoico (C15:0)	-0,52***	-0,25	-0,28	-0,13	-0,16
(24,5)	Palmítico (C16:0)	-0,75***	-0,45**	-0,57***	-0,48***	-0,37*
(2,2)	Palmitoleico (C16:1)	-0,22	0,13	0,03	0,08	0,11
(1,9)	Heptadecanoico (C17:0)	0,68***	0,55***	0,58***	0,79***	0,48***
(13,6)	Esteárico (C18:0)	0,26	-0,13	-0,15	-0,13	-0,05
(45,0)	Oleico (C18:1)	0,79***	0,60***	0,68***	0,58***	0,39**
(1,8)	Linoleico (C18:2)	0,86***	0,44**	0,57***	0,56***	0,38*
(0,7)	Linolénico (C18:3)	-0,44**	-0,60***	-0,51***	-0,60***	-0,43**
(0,5)	Araquídico (C20:0)	-0,85***	-0,39**	-0,53***	-0,48***	-0,31*
(0,0)	Araquidónico (C20:4)	0,09	-0,03	-0,05	-0,06	-0,07

*, P<0,05; **, P<0,01; ***, P<0,001

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE OVINAS ENTRE LOS 5 Y LOS 25 KG. DE PESO VIVO

BLÁZQUEZ, B.; MIGUEL, E.; ONEGA, E.; RUIZ DE HUIDOBRO, F.
I.M.I.A. Apdo. 127. 28800 Alcalá de Henares. e-mail: felipe.ruiz@imia.comadrid.es

INTRODUCCIÓN

Al aumentar de peso los corderos, las características de calidad de la canal cambian, mejorando su calidad cuantitativa (engrasamiento, proporción de piezas, rendimiento en músculo, etc.). Pero, aunque se sabe que la calidad de la carne se modifica con la edad del animal, esto se refiere casi siempre a periodos de tiempo largos. Por otro lado, tampoco están muy claras las diferencias debidas al sexo de los animales (Sañudo, datos sin publicar). En este trabajo se presentan resultados preliminares para intentar avanzar en el conocimiento de la evolución experimentada por algunos parámetros de calidad de la carne de cordero desde el nacimiento hasta alcanzar el tipo comercial ternasco, en animales de ambos sexos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 15 corderos machos y 15 hembras, de la raza Rubia de El Molar, sacrificados en un matadero comercial a intervalos de 5 kg de peso vivo, desde los 5 hasta los 25 kg. Se han determinado los parámetros habituales de calidad de la canal (peso, medidas, engrasamiento), así como el pH a los 45 min y a las 24 horas en los músculos *m. longissimus lumborum* (LD) y *m. semitendinosus* (ST), y se ha realizado un despiece normalizado de la media canal izquierda (Colomer et al., 1988). Tras resecar ambos músculos *m. longissimus thoracis et lumborum,* se han determinado el color, durante los primeros 8 días *post mortem,* y la capacidad de retención de agua (CRA). Los datos han sido analizados mediante el programa Statistica para Windows, versión 5.0, realizando un análisis de la varianza entre pesos y entre sexos, y pruebas de Tukey (HSD) para las comparaciones entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de la canal (tabla 1): todos los parámetros estudiados han variado muy significativamente, aumentando sus valores desde los 5 hasta los 25 kg p.v., como consecuencia de los procesos de crecimiento y desarrollo (Ruiz de Huidobro, 1992).

Piezas (tabla 1): la proporción de algunas piezas disminuyó (espalda, pierna y badal, $P<0,01$; cuello, $P<0,001$), mientras que la del resto aumentó (costillar y bajos, $P<0,001$).

Calidad de la carne (tabla 1): el aumento de peso vivo ha producido cambios en el pH, pero de un modo irregular, por lo que no se puede apreciar tendencia alguna. Sin embargo en el color se ha observado (datos parcialmente mostrados) una disminución progresiva de la luminosidad ($P<0,001$), y un aumento del índice de rojo ($P<0,001$) en cualquiera de los 7 primeros días, no así en el 8º día. El índice de amarillo no varió en todo el periodo estudiado. La saturación del color también aumentó con el peso ($P<0,01$), pero la tonalidad no cambió. Es decir, la carne aumentó en intensidad del color y se oscureció con la edad, como ya ha sido referido por otros autores (Renerre y Valin, 1979). La CRA disminuyó con el aumento de peso ($P<0,001$), de acuerdo con lo observado por otros autores (Sañudo et al., 1993).

Analizando las diferencias entre sexos en cada peso (tabla 2), en los animales de 5 kg aparecieron diferencias en el color de la carne, presentando los machos generalmente mayor índice de rojo ($P<0,01$, datos no mostrados) y mayor saturación ($P<0,05$). En los corderos de 10 kg, los machos presentaron un menor pH a los 45 min. ($P<0,05$), y las hembras mayor tonalidad al 7º día, y mayor índice de amarillo al 8º día; es decir, prácticamente no hubo diferencias atribuibles al sexo. En los de 15 kg casi no hubo diferencias (sólo el pH a las 24 horas fue mayor en los machos, $P<0,05$), y en los animales de 20 y de 25 kg ya no las hubo (salvo en el pH45), lo que significa que las diferencias entre sexos en pH, CRA y color, se van atenuando desde el nacimiento hasta alcanzar los 25 kg p.v.

En cuanto a la influencia del peso en cada sexo (tabla 3), el pH no varió en los machos, y sí en las hembras, aunque sin mostrar tendencia alguna. En el color los machos casi no presentaron diferencias, y en las hembras se diferenciaron las de 5 kg del resto (sólo diferencias en la saturación, pero no en la tonalidad). Posiblemente el pequeño número de animales utilizado (tres de cada sexo en cada peso) no ha permitido encontrar más diferencias.

De este trabajo se desprende que, aunque la calidad cuantitativa de la canal aumenta desde el nacimiento hasta el tipo comercial ternasco, la calidad cualitativa (de la carne) no presenta variaciones apreciables en el pH; sí aparecen diferencias en la coloración, oscureciéndose ésta ligeramente pero manteniendo la tonalidad invariable, y se observa una disminución progresiva de la CRA. En trabajos posteriores se analizarán otros parámetros de calidad de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Colomer F., Delfa R., Sierra I. 1988. Cuadernos INIA, 17, 19-41.

Renerre M., Valin C. 1979. Ann. Technol. agric., 28, 319.

Ruiz de Huidobro F. 1992. Tesis doctoral. Univ. Complutense.

Sañudo C. 1996. Datos sin publicar.

Sañudo C., Sierra I., Osorio M.T., Alcalde M.J., Ramos E., Santolaria P. 1993. ITEA, vol. extra nº 12, 654-656.

Tabla 1. Evolución de las características de la canal y de la carne, según peso vivo.

	n	5 kg p.v. Media	10 kg p.v. Media	15 kg p.v. Media	20 kg p.v. Media	25 kg p.v. Media	Prob.
PCC	6	2515 ^{a}	5375 ^{b}	8367 ^{c}	9750 ^{d}	11850 ^{e}	***
PCF	6	2352 ^{a}	5146 ^{b}	8014 ^{c}	9458 ^{d}	11531 ^{e}	***
G	6	10,86 ^{a}	14,50 ^{b}	16,58 ^{c}	17,92 ^{cd}	19,17 ^{d}	***
B	6	33,14 ^{a}	41,67 ^{b}	46,42 ^{c}	49,58 ^{d}	51,58 ^{d}	***
Wr	6	10,29 ^{a}	12,67 ^{b}	14,33 ^{b}	16,58 ^{c}	19,33 ^{d}	***
F	6	21,00 ^{a}	22,42 ^{ab}	25,25 ^{bc}	27,25 ^{c}	27,83 ^{c}	***
L	6	34,07 ^{a}	39,83 ^{b}	47,42 ^{c}	50,80 ^{c}	54,00 ^{c}	***
Th	6	15,57 ^{a}	18,00 ^{b}	22,08 ^{c}	24,58 ^{d}	25,17 ^{d}	***
Espesor grasa	6	0,00 ^{a}	1,83 ^{ab}	2,96 ^{b}	3,63 ^{bc}	5,19 ^{c}	***
Engras. UE	6	0,70 ^{a}	1,19 ^{a}	1,63 ^{ab}	1,79 ^{b}	1,96 ^{b}	***
% espalda	6	21,58 ^{a}	20,50 ^{a}	19,35 ^{b}	19,75 ^{b}	19,17 ^{b}	**
% pierna	6	33,96 ^{ab}	35,20 ^{b}	33,09 ^{a}	32,11 ^{a}	30,99 ^{c}	**
% costillar	6	19,30 ^{a}	20,69 ^{ab}	22,46 ^{bc}	22,71 ^{bc}	23,23 ^{c}	***
% badal	6	8,38 ^{a}	7,67 ^{ac}	8,41 ^{a}	7,21 ^{bc}	7,14 ^{bc}	**
% cuello	6	8,49 ^{a}	6,85 ^{b}	5,47 ^{c}	5,98 ^{c}	6,03 ^{c}	***
% bajos	6	7,46 ^{a}	8,76 ^{a}	10,86 ^{b}	12,00 ^{b}	12,97 ^{c}	***
pH 45 LD	6	6,23 ^{a}	6,32 ^{ab}	6,63 ^{b}	6,57 ^{b}	6,31 ^{ab}	**
pH 45 ST	6	6,31 ^{ab}	6,13 ^{ab}	6,15 ^{ab}	6,45 ^{a}	5,93 ^{b}	*
pH 24 LD	6	5,74 ^{ab}	5,71 ^{ab}	5,75 ^{ab}	5,96 ^{a}	5,59 ^{b}	**
pH 24 ST	6	5,79 ^{a}	5,69 ^{ab}	5,83 ^{ac}	6,06 ^{b}	5,56 ^{c}	**
Saturación1	6	11,55 ^{a}	13,34 ^{a}	13,94 ^{b}	15,70 ^{b}	15,75 ^{b}	***
Tonalidad1	6	22,43	18,51	19,64	16,46	18,22	n.s.
Saturación2	6	12,66 ^{abc}	12,52 ^{a}	13,95 ^{abcd}	14,98 ^{de}	14,56 ^{ce}	**
Tonalidad2	6	34,03	27,14	31,39	28,43	28,22	n.s.
Saturación3	6	12,00 ^{a}	13,62 ^{ab}	14,40 ^{b}	15,10 ^{b}		**
Tonalidad3	6	33,61	28,28	25,95	25,57		n.s.
Saturación6	6	12,37 ^{a}	13,76 ^{ac}	15,21 ^{bc}	16,06 ^{b}	16,25 ^{bc}	***
Tonalidad6	6	35,55	27,62	25,94	31,77	29,99	n.s.
Saturación7	6	12,47 ^{a}	13,41 ^{ab}	15,22 ^{b}	15,54 ^{b}	15,81 ^{b}	**
Tonalidad7	6	36,16	28,47	27,32	32,74	32,84	n.s.
Saturación8	4	12,26 ^{a}	13,28 ^{ab}	14,98 ^{b}	15,42 ^{b}	15,71 ^{b}	***
Tonalidad8	4	36,59	25,86	29,05	35,72	35,20	n.s.
CRA	6	14,45 ^{a}	14,38 ^{a}	15,86 ^{ac}	17,81 ^{bc}	18,17 ^{c}	***

n.s.: no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

a, b, c, d, e: medias con la misma letra en la misma fila no difieren significativamente entre sí (P<0,05)

Tabla 2. Diferencias en algunos parámetros de calidad de la carne, según sexo.

		5 kg			10 kg			15 kg			20 kg			25 kg		
	n	M	H	P	M	H	P	M	H	P	M	H	P	M	H	P
pH 45 LD	3	6,32	6,11	n.s.	6,07	6,57	*	6,68	6,58	n.s.	6,55	6,58	n.s.	6,57	6,05	*
pH 45 ST	3	6,38	6,23	n.s.	5,96	6,30	n.s.	6,21	6,08	n.s.	6,42	6,49	n.s.	6,17	5,70	n.s.
pH 24 LD	3	5,73	5,75	n.s.	5,64	5,78	n.s.	5,85	5,66	n.s.	5,82	6,11	n.s.	5,82	5,36	n.s.
pH 24 ST	3	5,74	5,86	n.s.	5,70	5,69	n.s.	5,97	5,68	*	5,89	6,22	n.s.	5,70	5,43	n.s.
Saturación1	3	12,82	10,28	*	13,26	13,41	n.s.	14,03	13,86	n.s.	15,83	15,56	n.s.	15,08	16,42	n.s.
Tonalidad1	3	22,27	22,59	n.s.	19,07	17,95	n.s.	16,84	22,43	n.s.	16,85	16,08	n.s.	19,57	16,87	n.s.
Saturación2	3	13,46	11,85	n.s.	12,81	12,23	n.s.	13,98	13,93	n.s.	14,84	15,12	n.s.	14,16	14,96	n.s.
Tonalidad2	3	37,58	30,49	n.s.	29,18	25,09	n.s.	29,19	33,60	n.s.	27,54	29,31	n.s.	26,99	29,45	n.s.
Saturación3	3	13,38	10,62	n.s.	13,44	13,80	n.s.	14,54	14,26	n.s.	15,01	15,14	n.s.			n.s.
Tonalidad3	3	35,59	31,64	n.s.	26,74	29,82	n.s.	25,28	26,61	n.s.	26,03	25,34	n.s.			n.s.
Saturación6	3	14,04	10,69	*	13,42	14,10	n.s.	15,27	15,15	n.s.	15,97	16,14	n.s.	15,73	17,81	n.s.
Tonalidad6	3	33,69	37,41	n.s.	25,38	29,85	n.s.	26,97	24,91	n.s.	32,59	30,96	n.s.	31,89	24,28	n.s.
Saturación7	3	14,05	10,89	*	13,26	13,55	n.s.	15,55	14,88	n.s.	15,28	15,79	n.s.	15,29	17,35	n.s.
Tonalidad7	3	30,98	41,35	n.s.	25,55	31,39	*	28,82	25,81	n.s.	35,20	30,27	n.s.	34,36	28,31	n.s.
Saturación8	3	13,51	11,01	*	13,38	13,01	n.s.	15,05	14,87	n.s.	15,03	15,81	n.s.	15,35	16,43	n.s.
Tonalidad8	3	31,11	42,07	n.s.	23,63	32,56	n.s.	33,49	22,39	n.s.	40,81	30,63	n.s.	38,45	28,68	n.s.
CRA	4	12,70	14,91	n.s.	15,31	13,46	n.s.	16,39	15,33	n.s.	18,43	17,20	n.s.	19,47	16,86	n.s.

n.s.: no significativo; * P<0,05

Tabla 3. Evolución de algunos parámetros de calidad de la carne, según peso vivo, en cada uno de los sexos.

	Machos						Hembras					
n=3	5 kg	10 kg	15 kg	20 kg	25 kg	P	5 kg	10 kg	15 kg	20 kg	25 kg	P
pH 45 LD	6,3	6,1	6,7	6,6	6,6	n.s.	6,1 ^{a}	6,6 ^{b}	6,6 ^{b}	6,6 ^{b}	6,0 ^{a}	**
pH 45 ST	6,4	6,0	6,2	6,4	6,2	n.s.	6,2 ^{ab}	6,3 ^{ab}	6,1 ^{ab}	6,5 ^{a}	5,7 ^{b}	*
pH 24 LD	5,7	5,6	5,9	5,8	5,8	n.s.	5,8 ^{ab}	5,8 ^{ab}	5,7 ^{bc}	6,1 ^{ad}	5,4 ^{bc}	**
pH 24 ST	5,7	5,7	6,0	5,9	5,7	n.s.	5,9 ^{abc}	5,7 ^{ab}	5,7 ^{ab}	6,2 ^{a}	5,4 ^{b}	**
Satur1	12,8 ^{a}	13,3 ^{ab}	14,0 ^{ab}	15,8 ^{b}	15,1 ^{ab}	*	10,3 ^{a}	13,4 ^{b}	13,9 ^{b}	15,6 ^{bc}	16,4 ^{c}	***
Tono1	22,3	19,1	16,8	16,8	19,6	n.s.	22,6	18,0	22,4	16,1	16,9	n.s.
Satur2	13,5	12,8	14,0	14,8	14,2	n.s.	11,9 ^{a}	12,2 ^{a}	13,9 ^{ab}	15,1 ^{b}	15,0 ^{b}	*
Tono2	37,6	29,2	29,2	27,5	27,0	n.s.	30,5	25,1	33,6	29,3	29,4	n.s.
Satur3	13,4	13,4	14,5	15,0		n.s.	10,6 ^{a}	13,8 ^{b}	14,3 ^{b}	15,1 ^{b}		***
Tono3	35,6	26,7	25,3	26,0		n.s.	31,6 ^{a}	29,8 ^{b}	26,6 ^{b}	25,3 ^{b}		***
Satur6	14,0	13,4	15,3	16,0	15,7	n.s.	10,7 ^{a}	14,1 ^{b}	15,1 ^{b}	16,1 ^{b}	17,8 ^{b}	***
Tono6	33,7	25,4	27,0	32,6	31,9	n.s.	37,4	29,8	24,9	31,0	24,3	n.s.
Satur7	14,0	13,3	15,5	15,3	15,3	n.s.	10,9 ^{a}	13,6 ^{ab}	14,9 ^{b}	15,8 ^{b}	17,3 ^{b}	**
Tono7	31,0	25,6	28,8	35,2	34,4	n.s.	41,3	31,4	25,8	30,3	28,3	n.s.
Satur8	13,5	13,4	15,1	15,0	15,4	n.s.	11,0 ^{a}	13,0 ^{ab}	14,9 ^{b}	15,8 ^{b}	16,4 ^{b}	**
Tono8	31,1	23,6	33,5	40,8	38,5	n.s.	42,1	32,6	22,4	30,6	28,7	n.s.
CRA	12,7 ^{a}	15,3 ^{ab}	16,4 ^{ab}	18,4 ^{b}	19,5 ^{b}	**	14,9	13,5	15,3	17,2	16,9	n.s.

n.s.: no significativo; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

a, b, c: medias con la misma letra en la misma fila no difieren significativamente entre sí (P<0,05).

CALIDAD DE LA CARNE EN CABRITOS DE LA AGRUPACION CAPRINA CANARIA: EFECTO DE LA LACTANCIA ARTIFICIAL Y EL PESO AL SACRIFICIO

ARGÜELLO, A., MARICHAL, A., CAPOTE, J.F*., LÓPEZ, J.L.
Unidad de Producción Animal, Universidad de las Palmas de Gran Canaria,
Transmontaña s/n, 35416-Arucas, Gran Canaria, España
*ICIA, Apdo.60, La Laguna, Tenerife, España

INTRODUCCION

En el Archipiélago Canario la tradición en el consumo de carne de cabra es muy antigua. Hasta hace relativamente pocos años la carne procedente de ganado caprino consumida en Canarias se dividía en tres tipos (baifo- cabrito de pequeño tamaño -, machorra, cabra adulta). La introducción de las técnicas de lactancia artificial en las Islas Canarias ha provocado la aparición de un nuevo tipo de animal, un cabrito de mayor peso, entre 6-12 kg. Este producto presenta cada vez más una mayor implantación, por lo que se hace necesaria la valoración de sus atributos. Así el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto que el incremento del peso vivo y el tipo de lactancia tienen sobre las características físicas, químicas e histológicas de las carnes mencionadas.

MATERIAL Y METODOS

Para la realización de la presente experiencia se utilizaron 40 cabritos machos enteros pertenecientes a la ACC. El experimento se planteó en un diseño 2x2, donde se estudió el efecto del tipo de lactancia utilizado, natural o artificial, con sacrificios a dos pesos distintos, 6 y 10 kg. El régimen de alimentación y manejo de los animales fue el descrito por Argüello (2000). Tras el sacrificio de los animales y posterior oreo de 24 horas en cámara de refrigeración, se disecó el músculo *longissimus thoracis et lumborum*, sobre el cual se realizaron las pruebas que se describen a continuación. El análisis de color se realizó con un colorímetro Minolta CR-200, determinando el espacio de color definido por la norma CIE. El color fue medido en el momento del sacrificio y a las 24 horas tras abrir una ventana en el tejido conectivo del músculo mencionado. La capacidad de retención de agua (CRA) se realizó por el método de presión según la técnica de Weismer-Pedersen, variante de Grau y Hamm (1953) y modificada por Sierra (1973). Para la determinación de la dureza, se utilizó el método de cizallamiento con célula de Warner-Bratzler (WB) insertada en una máquina de ensayo universal INSTRON mod. 4465. El pH se midió en el momento del sacrificio y a las 24 horas de oreo, mediante un pHmetro CRISON 166 provisto de sonda de penetración. Para la determinación de la composición fibrilar del músculo testado se utilizó las técnicas descritas por Dubowitz y Brooke, (1973) y la clasificación de Brook y Kaiser (1970). En la composición química de la carne se determinó humedad, cenizas, proteína, extracto etéreo y colágeno total y soluble (Bonnet y Kopp, 1984, Hill, 1966).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se puede observar los efectos del tipo de lactancia empleado (natural *vs* artificial) y del peso sacrificio (6 *vs* 10 kg) sobre los parámetros de calidad de la carne estudiados, no existiendo interacciones entre ambos efectos.

El tipo de lactancia empleado no afectó al valor de pH en ninguno de los momentos estudiados, no observándose tendencia alguna motivada por este factor. El PVS si muestra una tendencia (aunque no significativa) sobre el valor de pH ya que mientras los animales criados con sus madres incrementaban el valor del pH al elevar el PVS, los alimentados con un lactorreemplazante lo presentaban más bajo al ser sacrificados con 10 kg de PVS. Los resultados de Sañudo y col. (1996) en corderos criados con lactancia natural y posterior alimentación sólida mostraron un

incremento en los valores de pH, mientras que para Marichal (2000) se redujeron al elevar el PVS de cabritos criados con lactancia artificial de 6 a 25 kg. Esta aparente contradicción del efecto del PVS podría tener relación con el hecho de que los animales alimentados con lactorreemplazante se incorporan más rápida y eficazmente a la alimentación de rumiante, aumentando así su ingesta de hidratos de carbono y presentando por ello mayores niveles de glucógeno muscular.

En referencia al color, se ha puesto de manifiesto un efecto de la edad en estos animales, dado que la costumbre de sacrificio a pesos bajos instaurada en España para los cabritos determina este color tan claro de la carne. Esto se vio confirmado en el caso concreto de nuestros resultados ya que la carne de los cabritos sacrificados a mayor peso era ligeramente más oscura, si bien la reducción en el valor de L fue mínima y posiblemente no perceptible por el ojo humano. Esta leve reducción también ha sido observada por Argüello y col. (1998) en ganado caprino. La sustitución del alimento lácteo por uno sólido más rico en hierro posiblemente fue la causa de la misma. En relación al efecto del tipo de lactancia sobre Tono y Saturación, no se observaron diferencias significativas.

El tipo de lactancia empleado no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre la dureza del músculo, aunque si se observa una tendencia en los animales de 10 kg hacia una mayor dureza en los cabritos de lactancia artificial. Como se ha comentado con anterioridad éstos consumen mayor cantidad de pienso de iniciación y esto podría haber provocado esta situación (Pisula y col., 1994), si bien se puede observar que aquellos animales que mostraron carnes más blandas también muestran mayores proporciones de colágeno soluble. En referencia al efecto del incremento del PVS sobre los valores de resistencia al corte del músculo, volvía a no mostrar diferencias estadísticamente significativas.

En cuanto a la evaluación de los efectos sobre la CRA, mientras que en la elevación del PVS no se encontró significación, la lactancia empleada sí ejerció efecto significativo. La alimentación recibida por los animales sí que ha desarrollado un marcado efecto sobre la CRA, siendo los animales criados con lactorreemplazante los que poseyeron una carne con menor cantidad de jugo expelido, sobre todo aquellos sacrificados a los 6 kg. En el caso del presente trabajo, el pH y el contenido en proteína podrían haber jugado un papel de responsabilidad en la mayor CRA de los animales de lactancia artificial (6 kg).

El tipo de alimentación recibida no tuvo efecto sobre la composición química de la carne, lo que concuerda con lo observado por Mueller y col. (1985) en cabritos de similar peso y tipo de alimentación. Con el incremento del PVS, las fibras se van desarrollando y el músculo madura, de tal forma que se reduce el porcentaje de humedad presente en la carne a expensas de la proteína de neoformación y la deposición de grasa. El músculo analizado experimentó un incremento estadísticamente significativo en el área de sus fibras tipo I, incrementándose concomitantemente los niveles de porcentaje graso, como así ha sido relatado con anterioridad tanto en ganado vacuno (Melton y col., 1974) como en ganado ovino (Moody y col., 1980).

Tanto el PVS como el tipo de lactancia presentaron escasa significación sobre el contenido y solubilidad del colágeno, si bien es cierto que se intuye cierta tendencia a disminuir el primero al pasar de 6 a 10 kg.

Pasando al estudio de la distribución fibrilar del músculo, no se ha observado relación entre la alimentación recibida y la misma. El efecto del incremento del PVS sobre los porcentajes de los distintos tipos de fibras en ningún momento fue significativo,aunque la interconversión de fibras ha sido descrita por Ashmore (1974).

El efecto de la nutrición recibida por los cabritos no se ha puesto de manifiesto estadísticamente, aunque una clara tendencia a la reducción del área total se aprecia, de tal forma que se reduce el área de las fibras al ser criados los animales con lactorreemplazante. En ganado caprino se puso de manifiesto por Gaili y Ali (1985) un incremento del área de las fibras al ser los animales sometidos a una alimentación de engorde.

Cuando el PVS pasó de 6 a 10 kg, se observó un incremento del área de las fibras musculares (solo de manera significativa en las de tipo I). Dicho incremento se debió al crecimiento hipertrófico de las mismas ya descrito por Staun (1963).

Así, los resultados nos inducen a pensar que el empleo de lactorreemplazantes en la nutrición de cabritos, no altera la calidad químico-física de la carne producida por los mismos y que la elevación del PVS no reduce la calidad de la carne producida por los cabritos, si bien su aspecto externo puede cambiar ligeramente.

Tabla 1.- Características físico-químico-histológicas del *longissimus thoracis et lumborum*

	Lactancia natural		Lactancia artificial		Efectos	
	6 kg	10 kg	6 kg	10 kg	L	P
pH 0	6.08±0.24	6.28±0.23	6.30±0.31	6.20±0.36	ns	ns
pH 24	5.59±0.18	5.68±0.11	5.73±0.01	5.59±0.15	ns	ns
Caída pH (%)	7.90±4.57	9.56±3.30	8.89±4.58	9.59±5.08	ns	ns
L 0	50.07±3.92	46.76±5.00	49.53±3.00	47.91±2.91	ns	*
L 24	56.57±4.82	54.70±6.42	56.93±3.96	52.05±4.43	ns	ns
C* 0	9.08±1.72	11.50±3.23	10.45±2.43	9.74±1.73	ns	ns
C* 24 s	13.76±3.99	11.48±4.57	16.11±5.69	16.25±6.44	ns	ns
H* 0	26.79±12.25	27.54±10.27	29.75±8.94	28.11±10.75	ns	ns
H* 24	43.99±7.67	36.83±19.03	42.08±6.09	37.78±9.95	ns	ns
Dureza (N)	58.40±13.49	50.07±14.93	55.71±13.41	57.15±14.09	ns	ns
CRA (g)	0.66±0.11	0.59±0.12	0.46±0.10	0.47±0.14	***	ns
Humedad (%)	78.21±0.38	76.63±0.46	78.40±1.20	77.24±0.45	ns	***
Proteina (%)	18.67±0.72	20.07±0.98	19.05±1.74	19.59±0.91	ns	***
Grasa (%)	1.26±0.41	1.54±0.39	0.96±0.44	1.64±1.11	ns	ns
Cenizas (%)	1.15±0.09	1.17±0.06	1.12±0.05	1.15±0.07	ns	ns
Colágeno (%)	0.60±0.13	0.36±0.07	0.46±0.16	0.38±0.09	ns	ns
Solubilidad Colágeno (%)	70.49±8.47	83.52±5.74	85.62±15.84	78.36±9.45	ns	ns
% fibras I	24.00±11.43	40.00±10.00	32.91±22.67	26.55±6.64	ns	ns
% fibras IIA	46.00±10.70	28.66±11.15	35.50±15.68	42.25±13.26	ns	ns
% fibras IIB	30.00±4.00	31.33±9.01	31.85±19.30	31.19±12.93	ns	ns
% fibras II	76.00±11.43	71.33±10.00	67.08±22.67	73.44±6.64	ns	ns
Area I (μ^2)	484.27±151.88	681.04±115.60	389.10±123.79	584.06±152.24	ns	*
Area IIA (μ^2)	541.23±224.02	582.13±135.32	354.16±164.43	511.69±57.33	ns	ns
Area IIB (μ^2)	472.49±166.04	596.13±135.37	367.02±86.79	547.01±107.96	ns	ns
Area II (μ^2)	510.73±195.18	593.96±124.89	362.44±66.08	531.58±137.02	ns	ns

L.- Lactancia, P.- Peso sacrificio, * $p<0.05$, *** $p<0.001$.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Argüello, A. 2000. Tesis Doctoral. ULPGC, España, 396 pp.

Argüello, A.; López, J.L.; Ginés, R.; Afonso, A. y Capote, J. 1998. International Symposium in Livestock Production and Climatic uncertainly in the mediterranean, Agadir, Marruecos.

Ashmore, C.R. 1974. Journal of Animal Science, 38: 1158.

Bonnet, M. y Kopp, J. 1984. Cah. Tech. INRA, 5: 19-30.

Brooke, M.H. y Kaiser, K.K. 1970. Arch. Neurol., 23: 369-379.

Dubowitz, V. y Brooke, M.H. 1973. W.B. Saunders. Co. Ltd., London, UK.

Gaili, E.S. y Ali, A.E. 1985. Meat Science, 217-227.

Grau, R. y Hamm, R. 1953. Naturwissenschaften, 40: 29-30.

Hill, F. 1966. J. Food Science, 31:161-166.

Marichal, A. 2000. Tesina de Licenciatura, ULPGC, España, 138 pp.

Melton, C.; Dikeman, M.; Tuma, H.J. y Schalles, R. 1974. J. Animal Science, 38: 24.

Moody, W.G.; Kemp, J.D.; Mahyuddin, M.; Jonhston, D.M. y Ely, D.G. 1980. Journal of Animal Science, 50(2): 249-256.

Mueller, R.; Steinhart, H. y Scheper, J. 1985. Fleischwirtschaft, 65(2): 194-196.

Pisula, A.; Slowinski, M.; Pawlowski, P.; Bidwel-Porebska, K. y Piotrowski, J. 1994. Gospodarka-Miesna, 46(11): 15-17.

Sañudo, C.; Santolaria, M.P.; María, G.; Osorio, M. y Sierra, I. 1996. Meat Science, 42(2): 195-202.

Sierra, I. 1973. IEPGE, 16: 43.

Staun, H. 1963. Acta. Agr. Scand., 13: 293.

IMPORTANCIA DE LA METODOLOGÍA DE LA TOMA DE LA MUESTRA EN LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE OVEJA

J. Arranz y A. Legarra
NEIKER, A.B. Granja Modelo de Arkaute. Apdo. 46. 01080 Vitoria-Gasteiz
jarranz@neiker.net / alegarra@neiker.net

INTRODUCCIÓN

Durante los años 1989 y 1990, en el marco del Programa de Control Lechero Ovino de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), se tomaron muestras individuales de leche con el objetivo de integrar los caracteres de calidad química de la leche (grasa y proteína) en el Programa de Mejora de la raza Latxa, puesto en marcha en 1982. El análisis de los datos reveló heredabilidades y correlaciones genéticas extrañas o aberrantes entre los distintos componentes. Una parte de estos problemas fue atribuida a la dificultad de tomar una muestra representativa de la leche recogida en el medidor, ya que la grasa tiende a subir a la superficie de la masa de leche, por lo que precisa agitación. No se encontró un sistema sencillo de muestreo, por lo que éste se abandonó hasta la campaña 1999-2000 en la que se retomó esta cuestión y, dado que el aparataje existente actualmente es totalmente diferente al de hace una década, se decidió probar el dispositivo tomamuestras que se adapta al medidor de Control Lechero Ovino de la CAPV, así como definir una rutina de muestreo que resulte efectiva y lo menos laboriosa posible.

MATERIAL Y MÉTODOS

Características del medidor. El medidor de la marca MIBO, modelo Lattometri, 2/p, se fabrica en Italia, siendo comercializado por Westfalia Surge Ibérica en España. Es volumétrico, de 2000 cc de capacidad y vaciado desde el fondo a través de tubo comunicante a tubo de salida en la tapa (parte superior del medidor).

Características del dispositivo tomamuestras. El dispositivo se intercala entre la salida de leche del medidor y el tubo que la dirige a la tubería de leche.

Una parte de la leche que va saliendo del medidor se recoge en el tubo de muestreo. Dependiendo de la apertura que se le dé a la llave de vaciado del medidor, éste se vaciará a mayor o menor velocidad.

1. Muestreando una masa de 200 cc de leche, con la llave completamente abierta no se consiguen más de 20 cc, lo que es insuficiente para su análisis mediante los métodos instrumentales al uso, aunque el sistema cumple la normativa internacional (ICAR 1995).
2. Por el contrario, para cantidades de leche superiores a 500-600 cc, aun abriendo a tope la llave, hay una parte de la leche que no puede entrar al tubo de muestreo porque éste ya está lleno. Así, podríamos elegir entre llenar con la primera fracción de salida (la más pobre en grasa), la intermedia o la última (la más rica en grasa).

Ensayo 1 (Sin agitación previa)

El primer ensayo se hizo simulando condiciones de campo, es decir, con la única agitación que supone la salida de la leche a través de tubos de menor diámetro y bajo vacío. La muestra se tomaba de la primera fracción de salida del medidor, que como se ha dicho se vaciaba desde el fondo.

Durante 4 días se tomaron muestras dobles a 20 ovejas, aleatoriamente, del rebaño experimental de NEIKER sito en Arkaute (Alava), que fueron ordeñadas por una máquina Alfa Laval a un nivel de vacío de 34 KPa.

Tras anotar la cantidad producida, se conecta un tubo de muestreo. Al tomar la muestra proporcional (P), se vacía el medidor en un separador de leche. Todo el contenido recogido en este recipiente bajo vacío, se vierte en una jarra de plástico, de la que se toma una vez perfectamente agitada, la muestra de leche total o entera (E), considerada como testigo.

Las muestras fueron refrigeradas inmediatamente y analizadas en el Instituto Lactológico de Lekunberri en un aparato Combi-Foss.

Contamos, pues con 80 muestras dobles P y E procedentes de ovejas de entre 100 y 820 cc de producción.

Las variables contempladas para valorar la calidad de la muestra son:

- Error del contenido en grasa: diferencia entre el contenido de grasa de la muestra P y la de la muestra E.
- Error del contenido en proteína, ídem respecto a la proteína.

En ambos casos, cuanto menor sea el error, mejor será la muestra P.

Ensayo 2 (Con agitación previa)

Tras medir la cantidad de leche recogida en el medidor, se dejaba entrar aire por la válvula situada en la base del medidor mientras se abría el bote y se colocaba en la salida del grifo tomamuestras. A continuación se cerraba la válvula de agitación, que había permanecido abierta durante 4-5 segundos. Se dispone de 79 muestras dobles P y E procedentes de producciones entre 270 y 1400 cc. Todo el proceso posterior es idéntico a como se ha descrito para el Ensayo 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del ensayo 1

La figura 1 muestra la distribución del error del contenido en grasa en función del volumen de leche recogido. Podemos observar que hasta 400 cc el error se mantiene en ±5 g/kg. A partir de 500 cc ya aparecen muestras con errores de –10 g/kg, errores que van aumentando conforme aumenta el nivel productivo de la oveja muestreada, hasta un máximo de -20 g/kg, abocando al sistema a no estar acorde a la normativa internacional (ICAR, 1995) según se indica en el cuadro 1. La muestra proporcional tomada en condiciones de campo siempre da menos grasa que la real para ovejas que producen de 400 cc en adelante, aumentando el error con la cantidad de leche producida. Este error sistemático fue testado mediante una regresión lineal, que resultó estadísticamente significativa ($p<0,0001$).

La figura 2, relativa al error del contenido en proteína es completamente diferente a la de la grasa. El 84% de las muestras dan una desviación inferior a ±1 g/kg y al contrario que en el caso de la grasa, la magnitud del error es independiente de la cantidad de leche en el medidor. De todas formas, hay que señalar que no existe normativa ICAR específica para la medición del contenido en proteína.

Resultados del ensayo 2

La agitación redujo notablemente el error en el contenido de grasa, como era de esperar. El 90% de las muestras están entre ±1 g/kg de error, al margen de la cantidad de leche producida, y en ningún caso supera los ±2,5 g/kg. El sistema es acorde a las normas citadas, tal y como se refleja en el cuadro 1.

En cuanto a la proteína, se puede observar una notable disminución del error, que en ningún caso sobrepasa los 0,7 g/kg.

Figura 1. Error en la toma de muestra para grasa (errorGR) con y sin agitación previa, con relación a la producción lechera individual

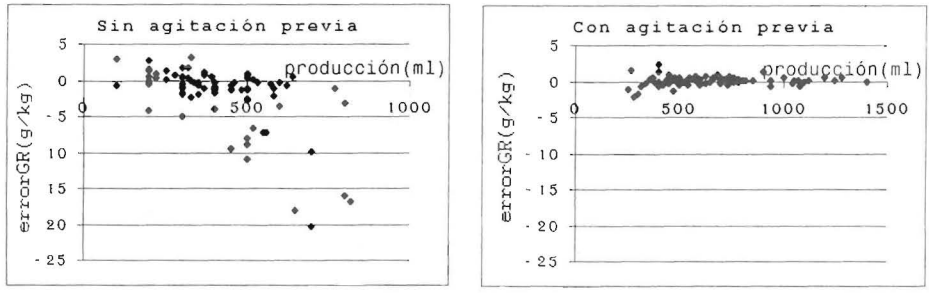
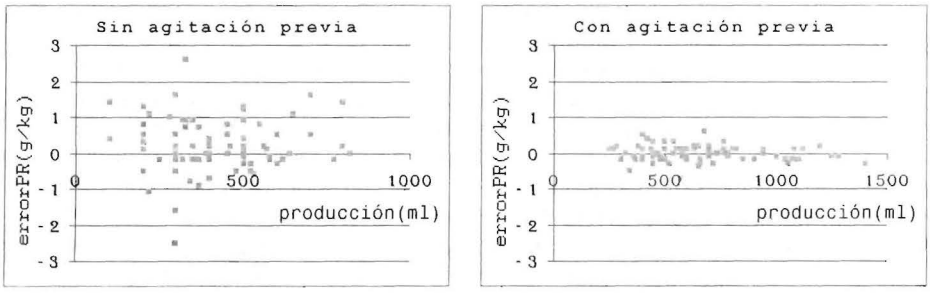


Figura 2. Error en la toma de muestra para proteína (errorPR) con y sin agitación previa, con relación a la producción lechera individual



Cuadro 1. Normativa ICAR y resultados de la experiencia para la medición del contenido en grasa

	Máximos admitidos	Sin agitación	Con agitación
Sesgo (error medio)	±1 g/kg	-2,20 g/kg	0,09 g/kg
Desviación estándar del error	2 g/kg	4,63 g/kg	0,68 g/kg

CONCLUSIONES

Para una correcta toma de muestra en leche de oveja cuyo objetivo sea la medida de la composición, es imprescindible realizar una adecuada agitación previa inmediatamente anterior a la toma.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ICAR. 1995. Recording Guidelines. Appendices to the International Agreement of Recording Practices. 160 pp. http://www.icar.org/recordin.htm

EFECTO DE LA REDUCCIÓN EN EL NÚMERO DE ORDEÑOS SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y EL CONTENIDO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LA LECHE EN OVEJAS ASSAF

J. Luiz Ramella, A.R. Mantecón[1], J.S. González, S. López, y J.C. Boixo[2]
Dpto. Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León.
[1]Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apartado 788. 24080 León.
[2]CENSYRA. Villaquilambre. 24193 León.

INTRODUCCION

La frecuencia de ordeños es uno de los factores determinantes de la producción de leche, de tal forma que al reducirse el intervalo entre éstos o, lo que es lo mismo, al incrementar el número de ordeños al día, la producción de leche tiende a aumentar. La realización de dos ordeños diarios, con un intervalo entre los mismos lo más cercano posible a las 12 horas, es una rutina habitual en la mayoría de las explotaciones de animales lecheros; no obstante, en algunas circunstancias, por razones de tipo económico y de organización del trabajo, puede resultar aconsejable una reducción en la frecuencia de ordeños.

En los diferentes estudios realizados, tanto en el ganado vacuno como en el ganado ovino, se ha puesto de manifiesto que el efecto de la reducción en el número de ordeños sobre la producción de leche varia en función de la intensidad de esa reducción –que puede oscilar entre la realización de un solo ordeño al día y la supresión de un ordeño a la semana (generalmente el domingo por la tarde)-, la raza del animal y la fase de lactación en la que se encuentra (Davis et al. 1999).

En las ovejas de raza Assaf se ha observado que la supresión semanal de uno o dos ordeños de la tarde no tuvo efecto ni sobre la producción de leche ni sobre la persistencia durante las semanas 8 a 16 de lactación (Ramella et al. 1999). En el presente trabajo se analizan los datos relativos a la composición química y al contenido de células somáticas en las muestras de leche recogidas en el experimento previamente citado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tanto los animales como el desarrollo experimental fueron previamente descritos (Ramella et al. 1999). Básicamente, se determinó la producción de leche en 90 ovejas de raza Assaf, divididas en tres grupos de 30 animales cada uno y sometidos a diferentes rutinas de ordeño (dos ordeños diarios –Tratamiento 0-, supresión de un ordeño de la tarde un día por semana –Tratamiento 1- y supresión de dos ordeños de la tarde dos días consecutivos por semana –Tratamiento 2-).

En las semanas 9, 13 y 16 de lactación, se obtuvo una muestra de leche en cada uno de los dos ordeños realizados inmediatamente antes de la supresión y también en cada uno de los dos ordeños posteriores a la supresión. A las muestras de leche se les añadió dicromato potásico como conservante y fueron refrigeradas en frigorífico a 4°C hasta la realización de los análisis pertinentes, nunca más tarde de 72 horas desde la recogida de las muestras. Los contenidos de grasa, proteína y extracto seco fueron determinados por el método infrarrojo automatizado mediante un Milko-Scan 255 (A/S N Foss Electric, Hillerod, Dinamarca). El contenido de células somáticas (RCS) en la leche fue determinado mediante el método fluoro-opto-electrónico, con un Fossomatic 90 (A/S N Foss Electric, Hillerod, Dinamarca), realizándose el contraste mediante el método microscópico directo (IDF, 1984), utilizando tres tipos de tinciones: Azul de metileno (IDF, 1991) May-Grunwald-Giemsa y Pironin-Y-verde de metilo (Paape et al. 1963; Dulin et al. 1982).

Los valores de composición de la leche antes y después de la supresión se calcularon como la media ponderada de los valores medidos en los dos ordeños anteriores y posteriores a la supresión, respectivamente. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante ANOVA. Para la comparación entre grupos experimentales, se llevó a cabo un análisis dentro de cada fase de lactación, considerando la supresión de ordeños como única fuente de variación. La comparación de los tratamientos 1 y 2 con el control (Tratamiento 0) se realizó utilizando el test de Dunnett. Para la comparación entre la composición de la leche antes y después de la supresión dentro de cada animal, se utilizó una prueba t de Student para la comparación de dos medias obtenidas a partir de observaciones pareadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados relativos a los contenidos de extracto seco, grasa, proteína y células somáticas en la leche para cada uno de los tratamientos experimentales y semanas de lactación figuran en la Tabla 1.

El contenido de proteína y el RCS de la leche fueron similares en los tres grupos experimentales y no se vieron afectados por la supresión de uno o dos ordeños de la tarde.

El contenido de grasa y el extracto seco no varió entre tratamientos experimentales para los controles previos a la supresión, salvo en la semana 13 de lactación en la que el contenido de grasa fue superior ($P<0,05$) para los animales del tratamiento 0. En los controles realizados posteriormente a la supresión, el contenido de grasa fue superior ($P<0,05$) en los animales del tratamiento 2 que en los del tratamiento 1 en las semanas 9 y 13 de lactación. En la semana 16, se observó la misma tendencia, pero las diferencias no alcanzaron la significación estadística ($P>0,05$).

Los valores obtenidos fueron similares para todos los componentes estudiados en los controles previos y posteriores a la supresión en el caso de los animales en los que suprimió un ordeño de la tarde por semana; sin embargo, la supresión de dos ordeños de la tarde consecutivos por semana determinó que tanto el contenido de grasa como el de extracto seco fueran superior ($P<0,05$) en los controles realizados después de la supresión que en los previos a la supresión. El contenido de proteína no se vio afectado.

Estos resultados, en conjunción con los previamente obtenidos relativos a la producción de leche y a la persistencia de la lactación (Ramella et al., 1999) parecen indicar que la supresión de uno o de dos ordeños semanales no afecta de forma negativa a los rendimientos productivos entre las semanas 8 y 16 de lactación en las ovejas de raza Assaf.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Davis, S.R.; Farr, V.C. y Stelwagen, K. 1999. Regulation of yield loss and milk composition during once-daily milking: a review. *Livest. Prod. Sci.*, 59: 77-94.

Dulin, A.M.; Paape, M.J. y Wergin, W.P. 1982. Differentiation and enumeration of somatic cells in goat milk. *J. Food Prot.*, 45: 435-439.

International Dairy Federation. 1984. Recommended methods for somatic cell counting in milk. Document no. 168. IDF; Bruselas.

Paape, M.J.; Hafs, H.D. y Snyder, W.W. 1963. Variation of estimated numbers of milk somatic cells stained with Wright's stain or Pytonin-Y-methyl green stain. *J. Dairy Sci.*, 46: 1211-1216.

Ramella, J.L.; Mantecón, A.R.; González, J.S.; López, S. y Peláez, R. 1999. Efecto de la reducción en el número de ordeños semanales sobre la producción de leche en ovejas Assaf. *ITEA*, Volúmen Extra N°20:792-794.

Tabla 1.- Efecto de la supresión de uno (1) o dos (2) ordeños semanales sobre la composición química y el recuento de células somáticas (RCS) de leche de ovejas Assaf a lo largo de la lactación.

Semana de lactación 9

Supresión semanal		0	1	2	$e.s.m._g$
Grasa (%)	ante	6.26	5.99	6.18	0.16
	post	-	6.31^a	6.96^b	0.18
	$e.s.m._s$		0.11	0.11*	
Proteína (%)	ante	5.05	5.09	5.05	0.08
	post	-	5.07	5.05	0.08
	$e.s.m._s$		0.04	0.03	
Extracto seco (%)	ante	17.54	17.27	17.41	0.19
	post	-	17.43	17.99	0.20
	$e.s.m._s$		0.12	0.12*	
log (RCS/ml)	ante	4.95	5.14	5.05	0.10
	Post	-	4.84	5.26	0.19
	$e.s.m._s$		0.20	0.08	

Semana de lactación 13

Supresión semanal		0	1	2	$e.s.m._g$
Grasa (%)	ante	7.24^a	6.53^b	6.64^b	0.18
	post	-	6.61^b	8.09^c	0.22
	$e.s.m._s$		0.14	0.13*	
Proteína (%)	ante	5.46	5.33	5.48	0.10
	post	-	5.48	5.65	0.12
	$e.s.m._s$		0.05	0.25	
Extracto seco (%)	ante	18.67^b	17.82^a	18.05^{ab}	0.23
	post	-	17.93^a	19.48^b	0.28
	$e.s.m._s$		0.16	0.14*	
log (RCS/ml)	ante	5.10	4.83	5.08	0.19
	post	-	5.13	5.18	0.12
	$e.s.m._s$		0.27	0.05	

Semana de lactación 16

Supresión semanal		0	1	2	$e.s.m._g$
Grasa (%)	ante	7.65	7.70	7.07	0.36
	post	-	7.18	8.02	0.35
	$e.s.m._s$		0.27	0.23*	
Proteína (%)	ante	5.54	5.67	5.47	0.13
	post	-	5.72	5.36	0.13
	$e.s.m._s$		0.10	0.11	
Extracto seco (%)	ante	19.02	19.08	18.13	0.48
	post	-	18.61	18.99	0.44
	$e.s.m._s$		0.27	0.25*	
log (RCS/ml)	ante	4.91	5.16	4.91	0.24
	post	-	4.98	5.51	0.22
	$e.s.m._s$		0.16	0.21	

$e.s.m_g$, $e.s.m_s$: error standard de la media para comparación entre grupos y dentro de cada grupo experimental, respectivamente

Valores con diferente letra en la misma línea o con * en la misma columna y componente difieren significativamente ($P<0,05$)

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SEMILLA ENTERA DE LINO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y LA CALIDAD DEL QUESO DE OVEJAS DE RAZA MANCHEGA.

Mª Victoria Pol, Ramon Casals, Elena Albanell, Xavier Such
Producció Animal. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente sensibilización de los consumidores, y a las normas cada vez más restrictivas sobre empleo de grasas de origen animal para la alimentación del ganado, en muchas zonas de producción quesera se tiende al uso de fuentes lipídicas de tipo vegetal. Por otro lado, en dietética humana, se señala que un consumo excesivo de grasas saturadas y colesterol favorece la aparición de enfermedades cardiovasculares (Martin y Eagles, 1997), por lo que aumenta el interés por los alimentos ricos en ácidos grasos (AG) poliinsaturados.

Como vía para modificar el contenido y perfil de AG de la leche cabe señalar la inclusión de lípidos protegidos en las raciones de las ovejas (Gargouri, 1997). Otras alternativas son los concentrados ricos en AG de tipo ω-3 (Bach et al. 2000), o las semillas enteras de oleaginosas que, por su envoltura, disponen de una protección natural que las hace relativamente inertes en el rúmen, si se utilizan a dosis moderadas (Osuna et al., 2000). En este sentido, la semilla de lino o linaza, con alto contenido en grasa (34-39%) y especialmente rica en AG polinsaturados de tipo ω-3 ($C_{18:3}$) y ω-6 ($C_{18:2}$), puede ser útil a la hora de intentar obtener leche más insaturada. Como posible inconveniente cabe citar que el proceso de maduración del queso y sus características organolépticas podrían verse alterados.

Los objetivos de este trabajo, del que aquí se presentan resultados preliminares, fueron estudiar los efectos de la inclusión de semilla entera de lino en las raciones de ovino lechero, sobre la producción y composición de la leche y sobre la calidad de los quesos obtenidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 48 ovejas de raza Manchega de la Granja Experimental de la Universidad Autónoma de Barcelona (U.A.B.). La experiencia duró 6 semanas, constando de 2 periodos de 3 semanas cada uno. En el primer periodo, la mitad de las ovejas (24) recibieron una ración control (C), mientras que la otra mitad recibieron una ración similar (Tabla 1), pero con un 8% de semilla entera de lino (L). En el segundo periodo, los tratamientos se intercambiaron. Los primeros 14 días de cada periodo fueron de adaptación a las raciones y los últimos 7 días de toma de datos y muestras. Las raciones fueron isoproteicas (16% PB) y con un contenido diferente en extracto etéreo (C, 1,5; L, 3,5%), debido a la inclusión de la semilla oleaginosa.

Tabla 1. Ingredientes (% de MS) de las raciones experimentales.

	Control	Semilla de lino
Maíz deshidratado, planta entera	25,8	25,8
Alfalfa deshidratada	25,8	25,8
Alfalfa en "pellets"	8,1	8,1
Cebada grano	21,7	15,9
Harina de soja 44%	11,0	8,9
Melazas	5,5	5,5
Semilla de lino	-	8,0
Minerales y Vitaminas	2,1	2,1

Las ovejas permanecieron estabuladas en lotes de 12 animales y fueron alimentadas "ad libitum" en forma de ración total mezclada, a excepción de 100 g de cebada que se suministraron en cada uno de los ordeños (08:00 y 17:30h). Con la leche obtenida se elaboraron quesos que, tras una maduración de 90-120 días, fueron valorados por un panel de catadores del Consejo Regulador de la Denominación de Origen "Queso Manchego".

Entre los parámetros estudiados cabe destacar: ingestión de MS, producción y composición de leche, variaciones de peso y metabolitos en sangre. Las muestras de leche se analizaron mediante un equipo autoanalizador NIRS (Bran+Luebbe, InfraAlyzer 450) determinando: MS, GB, PB y caseína. Las concentraciones en el suero sanguíneo de glucosa, β-hidroxibutirato (BHBA), ácidos grasos no esterificados (AGNE), triglicériodos y colesterol total se determinaron mediante un autoanalizador (Cobas-Bio, Hoffman-La Roche).

El análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo mediante el procedimiento PROC MIXED de SAS (1999), utilizando la matriz de correlaciones de tipo C.S. (Compound Simetric), y considerando como efectos fijos el tratamiento (C, L), el período (1, 2), y la secuencia en que se llevaron a cabo los tratamientos dentro de cada grupo de ovejas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ingestión de MS, así como la producción de leche y los contenidos de proteína y caseína de la misma (Tabla 2) no se vieron afectados por el tratamiento experimental. Por el contrario, se observó un incremento significativo tanto en el porcentaje ($P < 0,0001$) como en la producción de grasa ($P < 0,01$) de la leche, y una tendencia ($P < 0,14$) a la baja en el porcentaje de caseína, al expresarla sobre el total de PB (Tabla 2). Las concentraciones en suero sanguíneo de AGNE, triglicéridos y colesterol se incrementaron ($P < 0,001$) al suministrar la dieta L, mientras que los niveles de BHBA y glucosa no se modificaron.

Tabla 2. Efecto de la suplementación con semilla de lino sobre la ingestión voluntaria de MS y la producción y composición de la leche.

			Efecto ($P <$)		
	Control	Semilla de lino	Tratamiento	Período	Secuencia
Ingestión de MS, kg/d	2,87	2,85	0,92	0,001	0,73
Leche, kg/d	1,20	1,16	0,47	0,001	0,51
LE[1], kg/d	1,15	1,21	0,26	0,001	0,85
Grasa, %	6,88	7,88	0,0001	0,001	0,56
Grasa, g/d	80,8	91,0	0,01	0,001	0,88
Proteína bruta, %	6,06	6,11	0,27	0,0001	0,61
Proteína bruta, g/d	72,1	70,5	0,63	0,0001	0,64
Caseína, %	4,76	4,77	0,68	0,001	0,69
Caseína, % PB	78,5	78,1	0,14	0,22	0,95
LE/MS ingerida, kg/kg	0,40	0,42	0,23	0,001	0,66

[1] Leche estandarizada (Bocquier et al., 1991) = leche·(0,071·GB + 0,0427·PB + 0,222).

Los resultados obtenidos en cuanto a producción y composición de leche son coherentes con los observados en trabajos previos (Osuna et al., 2000), en los que la suplementación de las raciones con semillas oleaginosas dió tambien lugar a aumentos significativos en la grasa de la leche. Los datos de la valoración organoléptica (Tabla 3) indican que, en los quesos fabricados a partir de leche C, la intensidad del sabor, así como la impresión global y puntuación total, son superiores ($P < 0,05$) a los observados en los quesos hechos a partir de leche L. Los demás parámetros no se vieron afectados significativamente por los tratamientos.

En conclusión, la semilla de lino puede ser utilizada a dosis moderadas en las raciones de ovino lechero como una fuente natural de lípidos para modificar el contenido en grasa de la leche sin efectos negativos sobre la ingestión de MS ni la proteína de la leche. Por el contrario, los primeros resultados indican que el sabor de los quesos parece verse afectado, debido probablemente a los cambios que esperamos confirmar en el perfil de ácidos grasos.

Tabla 3. Efecto de la utilización de semilla entera de lino en las raciones de ovejas Manchegas sobre las características organolépticas de los quesos obtenidos, según valoración del panel de catadores del Consejo Regulador de la Denominación de Origen "Queso Manchego".

	Control	Semilla lino	Efecto ($P <$)
Olor			
Intensidad	6,00	5,00	0,55
Calidad	5,67	5,00	0,62
Sabor			
Intensidad	3,33	2,33	0,04
Calidad	3,00	2,33	0,17
Regusto	1,33	1,00	0,09
Textura			
Consistencia	2,17	2,00	0,62
Tacto	2,00	2,00	0,90
Elasticidad	2,00	1,83	0,69
Friabilidad	2,00	2,00	0,92
Impresión global	3,67	2,33	0,02
Puntuación total	31,20	25,50	0,006

AGRADECIMIENTOS

CICYT (Proyecto AGF99-0773), Consejo Regulador de la Denominación de Origen Queso Manchego y Agribrands Europe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bach A., Torre C., Hernández E., Legaz E., García J. C. 2000. Efecto de la nutrición sobre el perfil de ácidos grasos en la leche de ovino y su aplicación en la elaboración de quesos enriquecidos en ácidos grasos esenciales. Producción ovina y caprina, XXV, SEOC, Teruel 28-30 septiembre del 2000, 323-326.

Bocquier F., Theriez M., Brun J. P. 1991. Isotopic estimation of milk intake in suckling lambs with deuterium oxide space: Effects of milk concentration and level of milk intake. Ann. Zootech., 40, 181-189.

Gargouri A. 1997. Efectos de la utilización de jabones cálcicos de ácidos grasos de cadena larga en ovejas lecheras durante los periodos de cría y ordeño. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria. 174 pp.

Martin U., Eagles C. 1997. Non-pharmacological modification of cardiac risk factors: Part 2. The role of diet. J. Clin. Pharm. Ther., 22(2), 99-108.

Osuna D. R., Casals, R., Albanell E., Caja G., 2000. Effects of feeding calcium soaps or whole oilseeds on feed intake and lactation performances of dairy ewes. J. Dairy Sci., 83, Suppl. 1, 278.

SAS Institute Inc. 1999. SAS/STAT User's guide, v. 8.1, Cary, NC.

LA UTILIZACION DE METODOS IN VIVO Y POST MORTEM PARA LA PREDICCION DEL PORCENTAJE MUSCULAR EN CERDOS

Ing. Peter Demo, PhD[1]., Ing. Javier Santa-Martina Matías[2] , Ing. Noel Ernesto Blanco Roa[1], Ing. Ján Huba, PhD[1]., Doc. Ing. Ladislav Hetéyi, PhD. [1]
[1] Research Institute of Animal Production, Hlohovská 2, 94992 Nitra, Slovakia
[2] Centro de investigación del Toro de Lidia, Salamanca, Junta de Castilla y León España

INTRODUCCION:

El porcentaje muscular en la canal porcina es el factor que determina la producción rentable de cerdos. El contenido muscular de la canal es posible estimarlo utilizando métodos in vivo y post mortem respectivamente. Según los datos presentados por Houghton y Turlington (1992), entre los métodos más frecuentemente utilizados para la predicción in vivo de la canal se encuentra el metodo ultrasonográfico. Los resultados públicados por Adamczyk y Duniec (1994), Demo et. al (1995), Michalska et. al (2000) muestran una elevada precisión de la estima. Los sistemas de aparatos de predicción de la canal utilizan modelos de regresión que posibilitan una estima del porcentaje muscular en la canal. Whittemore (2000) presenta modelos predictorios del porcentaje muscular utilizando el peso vivo del animal y el grosor de la grasa dorsal en la región lumbar.

Entre los métodos más exactos para establecer el porcentaje muscular post mortem está la disección detallada (despiece) de la canal, pero por razones de trabajo no se realiza. El porcentaje muscular en la canal porcina se establece en base a la clasificación realizada con aparatos sin importar el genotipo, sexo o peso de la canal. El error máximo de la estima realizada con estos aparatos no debe sobrepasar el 2,5% y el valor del coeficiente de regresión no debe ser inferior a 0,64. Branscheid et.al (1987) investigaron la viabilidad de los métodos de clasificación en 657 cerdos con la ayuda del aparato FOM. Matoušek et. al (1995) y Demo et. al (1995) evaluaron los resultados de la clasificación con aparatos en la república Checa y Eslovaca. En los años de 1995 a 1998 en la república de Eslovaquia se clasificó con el aparato FOM un total de 470.634 cerdos. En este período subió la cantidad de cerdos clasificados en las categorías S, E y U de 29,7% (en el año 1995) a 41,2% (en el año 1998). Más del 30% de los cerdos sacrificados tuvieron un peso vivo superior a los 110 kg.

MATERIAL Y METODOS

En este estudio se confrontan los resultados obtenidos con métodos in vivo y post mortem al evaluar el porcentaje muscular mediante aparatos técnicos. En los experimentos utilizamos los siguientes sistemas: PIGLOG 105, SONOMARK SM - 100 a Aloka 500. Para establecer el porcentaje de carne después del sacrificio se utilizó el aparato UNIFOM S - 89.

A un total de 197 cerdos híbridos se les practicó las siguientes medidas:

- Espesor de la grasa dorsal entre la tercera y cuarta vértebra lumbar.
- Profundidad del *longissimus dorsis* en la última costilla.

Estas medidas fueron luego utilizadas en las ecuaciones de regresión construidas en los aparatos PIGLOG 105 y SONOMARK SM - 100 para estimar el porcentaje de carne. Igualmente se construyó una ecuación de regresión para estimar el porcentaje de carne con el ALOKA 500.

Treinta minutos después del sacrificio se pincho en la musculatura la sonda del aparato UNIFOM S - 89 para estimar el porcentaje de carne al mismo tiempo se midió el grosor del músculo, grasa dorsal y piel en la región del *musculus gluteus medius* (m.g.m.). Los datos obtenidos fueron procesados con el metodo dos puntos (ZP - del Alemán zwei punkte) para estimar el porcentaje muscular, según el modelo de regresión presentado por Demo et. al (1999):

$ZP = 137,427 + (1.152 * S) - (35.447 * S^{1/2}) + (10,43 * M^{1/2}) + (35,391 * \ln (S/M))$

Donde:
ZP - El porcentaje muscular estimado por el metodo dos puntos
S - Espesor de la grasa dorsal en la región del (m.g. m.)
M - Grosor del músculo (m.g.m.)
24 horas después del sacrificio se realizó el despiece.

RESULTADOS Y DISCUSION

Utilizando el sonógrafo Aloka 500 establecimos el espesor de la grasa dorsal y del músculo longissimus dorsis en la última costilla, con la ayuda de un software calculamos el área del longissimus dorsis. En base a los datos obtenidos construimos una ecuación de regresión para la estima del porcentaje muscular.

$Y = 155.285 - (2,0544 * X_1) + (0,0027 * X_2) + (1,1002 * X_3) - (50,7144 * \ln X_1)$

Donde:
Y - es el porcentaje muscular estimado con el Aloka 500., X_1 - Espesor de la grasa dorsal en la última costilla (mm)., X_2 - Área del *longissimus dorsis* en mm^2 ., X_3 -Relación entre el espesor de la grasa dorsal y profundidad del *longissimus dorsis* en la última costilla. El porcentaje muscular estimado con los aparatos in vivo, presenta una alta capacidad de predicción. El metodo con cuya precisión más se acercó a la canal real establecida con el despiece fue el sonográfico (Aloka 500). Con el sonográfo es posible medir con mucha precisión todos los tejidos(muscular, graso, óseo y piel), más sin embargo en la práctica cotidiana de los mataderos es más recomendable el uso del aparato ultrasónico PIGLOG 105. Esta recomendación concuerda con las hechas por Adamczyk a Duniec (1994) y Michalska et. al (2000).

La predicción exacta del porcentaje muscular fue conseguida a través del metodo dos puntos ZP. Éste método es ideal para mataderos con baja capacidad (200 cerdos semanales) , así como lo recomiendan en sus trabajos Matoušek et .al (1995) a Demo et. al (1995). La diferencia más importante entre el valor estimado del porcentaje muscular y el real establecido por el despiece la encontramos en la estima hecha con el aparato UNIFOM S - 89. Este sistema subvaloró el porcentaje muscular de la canal. A igual conclusión llegaron Branscheid et. al (1987), la posible causa de la subvaloración de este sistema puede radicar en el hecho que en el aparato está instalada una ecuación de regresión especifica para las condiciones de Dinamarca. lo que sugiere la necesidad de instalar la ecuación de regresión especifica para cada país.

Tabla 2 Correlaciones fenotípicas entre los indicadores elegidos de la canal in vivo y post mortem respectivamente.

Indicador	1	2	3	4	5	6
1. Porcentaje musc.-PIGLOG 105	1	0.79	0.81	0.80	0.78	0.79
2. Porcentaje musc.-SONOMARK		1	0.77	0.72	0.65	0.74
3. Porcentaje musc.-ALOKA 500			1	0.86	0.77	0.80
4. Porcentaje musc. – despiece				1	0.79	0.83
5. Porcentaje musc.-UNIFOM S-89					1	0.79
6. Porcentaje musc.-ZP						1

r 0.15 : P < 0.05

r 0.20 : P < 0.01

r 0.24 : P < 0.001

Tabla 1 Medias y desviaciones típicas de los porcentajes musculares obtenidos con diferentes métodos in vivo y post mortem (n=197)

Indicador	x	s	min.-max
Peso vivo (kg.)	107.74	4.37	98.0-125.0
Porcentaje musc-PIGLOG 105 (%)	54.37	4.71	48.4-61.8
Porcentaje musc-SONOMARK (%)	56.11	4.40	50.8-63.2
Porcentaje musc.-ALOKA 500 (%)	55.68	4.92	46.5-61.1
Porcentaje musc.- despiece (%)	55.81	3.97	45.8-62.9
Porcentaje musc,-UNIFOM S89(%)	53.67	4.28	43.3-59.1
Porcentaje musc.-ZP (%)	55.24	4.62	46.3-60.6
Area m.l.d. (cm^2)	46.22	5.98	36.5-60.5
Espesor de la grasa dorsal en la última costilla (mm)	19.27	5.73	11.4-33.6

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Adamczyk, J., Duniec, H. 1994 : The correlation between live measurements of backfat thickness and loin depth and dissection meat and fat content in the prime cuts. In.: Proc. 45th Annual Meeting EAAP, Edinburgh , 309.

Branscheid, W., Komender, P., Oster, A., Sack, E., Fewson, D. 1987: Untersuchungen zur objektiven Ermittlung des Muskelfleischanteils von Schweinehälften. Züchtungskunde, 59, (3), 202-209.

Demo, P., Poltársky, J., Fülöp, L., Lukácová A1995. : Instrumental prediction of some carcass parameters of pigs at a progeny testing station. Výr. 40, (4), 181-185

Demo, P., Peškovi□ová, D., Krška, P., Bahelka, I., Porhajaš, A. 1999 : The lean meat content in carcass of pigs determined in commercial conditions. J. Farm. Anim. Sci., 32, 145-154.

Houghton P.L., Turlington, L.M. 1992 : Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. Journal of Anim. Sci., 70, 930-941.

Matoušek, V., Kernerová, N., Václavovský, J., Vej□ík, A. 1995 : Zavedení aparativní klasifikace jate□ných prasat v podmínkách masokombinátu Planá nad Lu nicí., In.: Jiho e. Univ. □eské Bud□jovice, E-95-3130-0009, 40.

Michalska G., Nowachowicz, J., Kapelanski W., Rak B. 2000: Interrelationships between performance test characteristics in Polish Large White and Polish Landrace boars. In.: Proc. 51th Annual Meeting EAAP, Hague, 326.

Whittemore, C.T. 2000 : A commentary upon the US Natinal Research Council (NRC, 1998) protein and energy requirements of Swine. Pig News and Information, Vol. 21, No.1, 15 N-22 N.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CANAL PORCINA : EFECTO DEL PESO, SEXO Y GENOTIPO

J.Gonzalez [1], J. Soler [1], M. Gispert[2], X. Puigvert[3], J. Tibau[1]

[1] I.R.T.A. - Centre de Control Porcí; 17121 Monells (Catalunya);España
[2] I.R.T.A. - Centre de Tecnología de la Carn; 17121 Monells (Catalunya);España
[3] Universitat de Girona - E.P.S.; c/ A. Santaló s/n; 17003 Girona;España

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de las empresas de producción porcina utilizan en Europa hembras cruzadas de las rasas Large White * Landrace (LW*LD) . Los machos finalizadores más comunes para la producción de animales de engorde para el consumo de carne fresca suelen ser de raza Pietrain (PI) o Large White (LW). Cada tipo de cruce y sexo tiene una evolución específica en sus características productivas, de calidad de canal y de composición química. El análisis seriado de los componentes del cuerpo de los animales permite el establecimiento de curvas de depósito graso y proteico (Wagner et. al., 1999) que facilitan la implantación de programas de alimentación adecuados al potencial productivo de los animales y la reducción de la producción de purines.

El objetivo de este estudio es caracterizar la evolución de la composición química en proteína y lípidos de animales de distinto sexo y genotipo durante el período de engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se inició con 192 animales machos castrados (C) hembras (H) de dos genotipos obtenidos de los cruces : (LW*LD)*PI y (LW*LD)*LW . Los animales se alimentaron con piensos concentrados distribuidos *ad libitum* que permitían la expresión completa de la capacidad de crecimiento y de depósito de magro . Se registró el consumo individual de los animales mediante un sistema automático de control alimentario. Los animales se pesaron cada tres semanas , calculándose el crecimiento diario (ADG) , el consumo medio diario de pienso (ADI) y el índice de conversión (FCR) .

Un mínimo de 24 animales se sacrificaron a distintos pesos objetivo : 35, 45, 65 , 85, 105, 125 y 140 kg. de peso vivo , previo ayuno de 24 horas, y se midieron distintos parámetros de calidad de la canal : espesor de tocino dorsal a nivel de la última costilla (P2) y profundidad del lomo (3/4M) a nivel de la 10ª costilla y se estimó (Gispert y Diestre, 1994) el porcentaje de magro (LP).

Después del desangrado , los animales se evisceraron y depilaron , se separó la canal (con cabeza), se molturó y homogeneizó . Se obtuvieron muestras representativas de cada una de las canales y se analizaron mediante procedimientos estándar (AOAC) los componentes de proteína y lípidos. La composición de las vísceras, sangre y otros componentes está siendo investigada en este momento.

Los parámetros productivos ,de calidad de la canal y de composición química se analizaron estadísticamente con el procedimiento GLM (SAS, 1988).

Los efectos fijos considerados en los análisis fueron el grupo de peso, el sexo, el genotipo y sus interacciones . El peso de los animales se incluyó como covariable con el fin de ajustar cada individuo al peso medio del grupo de peso objetivo.

Para la descripción de la evolución de la composición química de la canal se han ajustado los datos a curvas cuadráticas, alométricas y exponenciales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento, el consumo diario y el índice de conversión en el período 25-105 kg. es significativamente mejor en machos castrados respecto de las hembras , mientras que estas últimas presentan a los 105 kg. de peso un nivel inferior de grasa dorsal y un mayor porcentaje de magro estimado y de profundidad del lomo . Estos resultados son coincidentes con los de otros estudios similares (Kemm et al.,1995). El efecto del genotipo de los padres es en cambio poco relevante. (Tabla 1).

El contenido en proteína y lípidos de las canales aumenta con el peso , presentando las hembras y los animales cruzados de Pietrain unos niveles inferiores de lípidos y superiores en proteína de acuerdo con los resultados de Shields et al. (1983) (Tabla 2). Las diferencias entre sexos y entre genotipos aumentan con el peso de los animales .

La evolución de la masa de proteína sigue una forma alométrica (Susenbeth and Keitel, 1988) mientras que las ecuaciones de tipo exponencial se ajustan mejor a los cambios en la masa de lípidos a lo largo del período de engorde (Wagner et al., 1999). El punto en que la masa de lípidos supera a la de proteína se produce antes en los animales castrados que en las hembras.

CONCLUSIONES

Este estudio confirma la influencia del sexo y del genotipo en la composición en proteína y lípidos de las canales de porcino. El conocimiento de las curvas de depósito de proteína del conjunto del cuerpo del animal facilitará una determinación de las necesidades nutricionales del porcino durante el período de engorde y la aplicación de estrategias de alimentación que aumenten la eficiencia económica y reduzcan el impacto de la contaminación de nitrógeno.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha realizado con el soporte económico del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (INIA SC98-052) y la participación de diversos técnicos del IRTA-CCP e IRTA-CTC.

REFERENCIAS

Gispert M., Diestre A.; 1994. Techni-Porc, 17: 29-32

Kemm E., Siebrits F., Ras M., Coetzee S.; 1995. Livest. Prod. Sci., 41: 163-170

Quinou N., Noblet J.; 1991. J. Anim. Sci., 73: 1567-1575

SAS ; 1988 . SAS Institute Inc.

Shields R.G.; Mahan D., Graham p:; 1983. J. Anim. Sci., 57: 43-54

Susenbeth A., Keitel K.; 1988. Livest. Prod. Sci., 20: 37-52

Wagner J. R., Schinckel A.P., Chen W., Forrest J.C, Coe B.L.; 1999 J. Anim. Sci., 77: 1442-1466

Tabla 1.- Características de crecimiento entre 25 y 105 kg. y de la canal a los 105 kg. de peso vivo

Genotipo Padres	LW		PI			
Sexo	MC	H	MC	H	SEM	Efectos
ADI, g/d	2524	2022	2385	2017	13.8	S***
ADG, g/d	945	891	959	863	1.7	S***
FCR, kg./kg.	2.65	2.27	2.48	2.33	0.18	S***, GxS*
3/4M, mm	50.6	61.6	61.0	64.8	3.00	S***
P2, mm	17.8	11.0	20.5	10.1	1.26	S***
LP, %	52.5	60.1	51.4	61.5	1.44	S***

LW: Large White; PI: Pietrain; MC: Machos castrados ; H: Hembras; SEM: Error Estándar de las medias ADI: Consumo medio diario de pienso ; ADG: Crecimiento medio diario ; FCR: Índice de Conversión ; S : Efecto del sexo, G : Efecto del genotipo de los padres ; ***: $p < 0.001$, ** : $p < 0.005$, *: $p < 0.01$

Tabla 2.- Contenido en proteína y lípidos en la canal de distintos genotipos (G) y sexos(S) , desde 25 a 140 kg. de peso vivo (W) .

	Proteína , kg				Lípidos, kg			
Genotipo Padres	LW		PI		LW		PI	
Peso Sexo	MC	H	MC	H	MC	H	MC	H
25 kg.	3.4	3.3	3.4	3.5	2.3	2.2	2.1	2.3
45 kg.	5.8	6.4	6.5	6.0	4.5	5.1	4.6	3.9
65 kg.	8.8	9.2	9.3	8.9	7.4	8.0	8.5	6.2
85 kg.	12.0	12.9	11.9	12.5	12.7	12.4	13.1	10.9
105 kg.	13.6	16.2	13.7	16.0	21.5	16.1	22.0	14.8
125 kg.	16.1	17.7	17.5	18.6	27.4	21.6	24.9	21.1
140 kg.	18.3	19.3	19.0	19.5	32.4	29.8	29.2	26.5
SEM	0.63				2.23			
Efectos	W***,G***,S*** WxG*,WxS*				W***,G**,S*** WxS***			

SEM: error estándar de la media ; W: efecto del grupo de peso; S : efecto del sexo;
G : efecto del genotipo de los padres; ***: $p < 0.001$, ** : $p < 0.005$, *: $p < 0.01$

EFECTO DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS TOTALES DEL CERDO EN CRECIMIENTO

R. Lizardo [1,2], J. Mourot [3], J. Gonzalez [4], J. Soler [4], M. Gispert [5], J. Tibau [4]

[1] FCT – Programa PRAXIS XXI; Av. D. Carlos I, 126; 1200 Lisboa, Portugal
[2] IRTA - Centre Mas Bové; Apartat 415; 43280 Reus; España
[3] INRA – UMRVP; Domaîne de la Prise; 35590 Saint-Gilles, France
[4] IRTA - Centre de Control Porcí; Veïnat de Sies s/n, 17121 Monells; España
[5] IRTA - Centre de Tecnologia de la Carn ,17121 Monells; España

INTRODUCCIÓN

Al peso normal de sacrificio, el cerdo contiene entre un 20 y un 25% de lípidos distribuidos entre los principales tejidos adiposos (subcutáneo, perirenal, intermuscular, etc.) y otros de menor importancia (Leat y Cox, 1980). La selección contra la adiposidad de la canal realizada en las ultimas décadas tuvo por consecuencia, una reducción del contenido en lípidos intramusculares. Sin embargo, la calidad de la carne sea por sus características organolépticas sea por su aptitud a la transformación, está íntimamente relacionada con el contenido en lípidos y su respectiva composición en ácidos grasos (AG; Wood, 1984). El efecto que ciertos factores de producción o intrínsecos al animal (alimento, temperatura, genotipo, sexo, edad, peso vivo, etc.) ejercen sobre la adiposidad y la composición en AG de los principales tejidos adiposos (subcutáneo y perirenal) o intramusculares es bien conocida (Girard et al., 1988; Lebret y Mourot, 1998). Sin embargo, el efecto que estos factores pueden ejercer sobre la composición en AG totales del animal, de la canal o de las piezas es prácticamente desconocido. A la hora de realizar balances de retención y síntesis de AG o de pretender utilizar estos datos para modelizar el crecimiento y la composición del cerdo, es fundamental conocer esta información. Con el presente estudio, se pretendió conocer la composición en AG del cerdo (canal + vísceras) en crecimiento y acabado y evaluar la influencia del genotipo, del sexo y del peso vivo (PV) al sacrificio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio que aquí se presenta, forma parte de un proyecto mucho más amplio que se está desarrollando actualmente en el IRTA y que pretende dar a conocer el potencial de deposición de proteína y lípidos en diferentes tipos de cerdos (proyecto INIA-SC98-052). En el experimento inicial se utilizaron 192 cerdos procedentes del cruce de machos Large White (LW) y Pietrain (PI) con hembras híbridas Landrace x Large White. Estos animales se agruparon según su genotipo (xLW o xPI) y sexo (machos castrados y hembras) en 7 grupos de peso al sacrificio (25, 40, 60, 80, 100, 120 y 140 kg PV) más uno suplementario. Durante el ensayo, todos los animales comieron el mismo tipo de dietas (crecimiento y acabado) que habían sido formuladas para permitirles expresar su máximo potencial de crecimiento (González et al., 2001). Al sacrificio, todas las canales (incluyendo la cabeza) fueron divididas por la línea media y una de las medias canales fue envasada y congelada para su posterior molturación y muestreo. De cada grupo de sacrificio, se eligieron 8 animales repartidos según el genotipo y el sexo, de los cuales se recogió la sangre, las diferentes vísceras abdominales (limpias de contenidos digestivos) y torácicas, el aparato reproductor, la grasa perirenal y los riñones. Este conjunto denominado globalmente como "vísceras", fue igualmente envasado y congelado para su

posterior molturación y muestreo. Posteriormente se determinó el contenido en lípidos mediante extracción en frio y la composición en AG por cromatografía de gases de todas las muestras. Sin embargo, aquí serán presentados únicamente los resultados de los 56 animales de los cuales se disponía simultáneamente información sobre la canal y las vísceras. Todos los resultados fueron analizados estadísticamente con el procedimiento GLM (SAS, 1990) según un modelo que incluía el PV, el genotipo, el sexo y las interacciones respectivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido en lípidos del animal entero y vacío de contenidos digestivos se incrementó con el aumento del PV al sacrificio e igualmente se observó un efecto del sexo ($P<0,001$; Tabla 1). De los factores de producción evaluados por su influencia sobre la composición en AG, el PV al sacrificio ha sido él que demostró mayor importancia. Se puede decir que de una forma general, el contenido en ácido mirístico, palmítico y palmitoleico ($P<0,001$) disminuyo con el aumento del PV mientras que el de ácido oleico aumentó ($P<0,01$). La elongación e insaturación de la cadena de los AG sintetizados *de novo* y/ó la incorporación creciente de los AG alimentarios en los adipocitos a lo largo del crecimiento (Lebret y Mourot, 1998) han contribuido probablemente a la obtención de estos resultados. El efecto sobre los ácidos linoleico y linolénico ($P<0,05$) fue menos marcado y presentó una evolución distinta. Ambos contenidos incrementaron en la primera fase del crecimiento para estabilizarse en la fase de acabado. Estos AG son exclusivamente aportados por la dieta y la evolución de su contenido refleja por un lado, su incorporación a los tejidos corporales y por otro el relativo equilibrio entre la síntesis *de novo* y la deposición de los AG alimentarios (Wood, 1984). La composición en AG fue igualmente afectada por el genotipo y por el sexo de los animales. Así, los animales del genotipo xLW presentaron un contenido respectivamente superior en ácido esteárico ($P<0,001$) e inferior en ácido linoleico y linolénico ($P<0,05$) que los del genotipo xPI. Por otro lado, también las hembras presentaron un contenido en ácido linoleico y linolénico superior al de los castrados ($P<0,05$). Todos los resultados anteriores se reflejan igualmente cuando los AG son agrupados por clases. Estos efectos del genotipo y del sexo confirman los resultados anteriormente observados en tejido adiposo subcutáneo (Girard et al., 1988) y están íntimamente relacionados con el grado de adiposidad relativa a cada grupo (Lebret y Mourot, 1998).

En conclusión, los resultados obtenidos además de originales, caracterizan la composición en AG totales a diferentes estados del crecimiento y van a permitir realizar el balance de retención de los AG alimentarios y más generalmente, constituir una importante base de datos para la modelización del crecimiento y de la composición química del cerdo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Girard J.P., Bout J., Salort D.; 1988. *Journées Rech. Porcine en France* 20, 255-278.

González J., Soler J., Gispert M., Puigvert X., Tibau J.; 2001. 52th EAAP Meeting, 21-24 August, Budapest, Hungary (Submitted).

Leat W.M., Cox R.W.; 1980. In: "Growth in animals", T.L.J. Lawrence (Ed.), Butterworths, London, 137-174.

Lebret B., Mourot, J.; 1998. INRA Prod. Anim. 11; 131-143.

SAS; 1990. Statistical Analysis Systems Institute, Inc., Cary, NC

Wood J. D.; 1984. In: "Fats in Animal Nutrition", J. Wiseman (Ed), Butterworths, London, pp. 407-435.

Tabla 1. Ácidos grasos totales del cerdo, vacío de contenido digestivo y en función del peso vivo, del genotipo y del sexo.

	Peso vivo al sacrificio (kg)							Genotipo [a]		Sexo [b]		Análisis estadístico [c]			
Ítem	25	40	60	80	100	120	140	xLW	xPI	H	C	PV	G	S	SEM
Lípidos, kg	2,3 f	4,2 f	7,3 e	12,1 d	19,0 c	24,2 b	29,9 a	14,6	13,7	12,6	15,7	***	ns	***	2,88
Ácidos grasos, %															
Mirístico	1,48 a	1,46 a	1,38 b	1,22 d	1,28 cd	1,25 cd	1,34 bc	1,33	1,36	1,34	1,35	***	ns	ns	0,08
Palmítico	24,3 a	24,1 ab	22,6 bc	23,0 abc	22,7 abc	22,1 c	22,4 bc	23,2	22,9	22,8	23,3	**	ns	ns	1,19
Palmitoleico	3,36 a	2,83 b	2,45 c	2,05 d	2,03 d	1,96 d	1,96 d	2,32	2,43	2,36	2,39	***	ns	ns	0,25
Esteárico	11,3	11,4	10,8	11,4	11,2	11,1	11,3	11,6	10,8	11,1	11,3	ns	***	ns	0,82
Oleico	36,9 b	38,1 ab	37,6 ab	38,3 ab	39,0 a	39,4 a	39,5 a	38,7	38,1	38,2	38,6	**	ns	ns	1,46
Linoleico	18,5 ab	18,1 b	20,7 a	19,6 ab	19,4 ab	19,9 ab	18,9 ab	18,6	20,0	19,8	18,8	*	**	*	1,57
Linolénico	1,34 ab	1,27 b	1,52 a	1,46 ab	1,47 ab	1,51 a	1,42 ab	1,38	1,48	1,48	1,38	*	*	**	0,15
Araquidónico	0,89	0,83	0,87	0,85	0,72	0,75	0,63	0,78	0,8	0,84	0,74	ns	ns	ns	0,20
AGS [d]	37,3 a	37,2 a	34,9 b	35,8 ab	35,4 b	34,6 b	35,2 b	36,3	35,2	35,4	36,1	*	*	ns	1,81
AGMI [e]	41,1	41,8	41,0	41,3	42,0	42,3	42,8	42,0	41,5	41,5	42,0	ns	ns	ns	1,55
AGPI [f]	21,7 ab	21,0 b	24,1 a	22,9 ab	22,6 ab	23,1 ab	21,9 ab	21,7	23,3	23,1	21,9	*	**	**	1,78

[a] Genotipo: xLW, híbridos Large White; xPI, híbridos Pietrain. [b] Sexo: H, hembras; C, machos castrados. [c] Efectos estadísticos: PV, peso vivo al sacrificio; G, genotipo; S, sexo; SEM, error estándar de la media; la interacción PV*G es significativa para C18:1, C18:2 y C18:3 mientras que la interacción PV*S es significativa para C14:0, C16:1 y C18:0 (P<0,05); los valores presentados corresponden a las medias ajustadas; las medias com letras diferentes difieren significativamente (P<0,05). [d] AGS: ácidos grasos saturados. [e] AGMI: ácidos grasos monoinsaturados. [f] AGPI: ácidos grasos poliinsaturados.

COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS Y GRASA TOTAL EN POLLOS DE RAZAS CATALANAS MEJORADOS PARA PRODUCCIÓN DE CARNE[1]

L. Escoda, A. Francesch, M.D. Cubiló*, M. Tor** y R. Anguera

IRTA-Centre de Mas Bové-Unitat de Genètica Avícola. Ap.415. 43280 REUS
*UdL-IRTA. Dep. Producció Animal. Alcalde Rovira Roure, 177. 25198 LLEIDA
**Dep. Producció Animal. UdL. Alcalde Rovira Roure, 177. 25198 LLEIDA

INTRODUCCIÓN

Las razas de gallinas catalanas Penedesenca Negra, Prat Leonada y Empordanesa Roja están sometidas desde hace catorce años a mejora genética para producción de carne de tipo tradicional, véase Francesch et al. (1999) para una revisión.

En este trabajo, dentro de un proyecto más amplio de caracterización de pollos obtenidos de razas autóctonas, se estudia el efecto de la raza y la edad de sacrificio en la composición de ácidos grasos y grasa total en pollos mejorados de las razas Penedesenca Negra, Prat Leonada y Empordanesa Roja.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 200 pollitos macho de cada una de las tres razas. Todos los pollos se criaron en las mismas condiciones. Se alimentaron *ad libitum* con un pienso que sigue la Normativa Q de la Generalitat de Catalunya (DOG nº 879;18/08/87). Los ingredientes y la composición química del pienso se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Ingredientes y composición química del pienso en %

Constituyentes		Composición	
Maíz nacional	63,9	Proteína bruta	18,17
Gluten 60	8,8	Fibra bruta	2,79
Soja intg.ext.	20,0	Grasa bruta	5,74
Soja 48	3,3	Cenizas	4,49
Carbonato cálcico	1,2	SAFA	14,37
Fosfato bicálcico	1,6	MUFA	20,98
Sal	0,36	PUFA	64,63
Corrector mineral	0,2	U:S	5,92
L-Lisina HCL	0,35	n-6:n-3	9,41
Corrector vitamínico	0,4	Energía metabolizable (Kcal/Kg)	3.292
Nicarbazín (mg/Kg)	55,0		

Los pollos se sacrificaron a dos edades distintas: a la edad en que sus poblaciones base alcanzan el peso vivo de sacrificio (2,1 Kg) y cuando ellos llegaron a este peso, por tanto a 18 y 12 semanas de vida en el caso de la Penedesenca y Empordanesa, y a 20 y 14 en la Prat. Así surgieron dos tipos de pollo de cada una de las razas en función de la edad, denominados pollos mejorados adultos (MA) y pollos mejorados jóvenes (MJ). Se cogieron 24 individuos de cada raza y tipo de pollo para obtener 12 muslos+contramuslos (muslos) y 12 pechugas que provinieran de animales distintos. Los muslos y las pechugas se conservaron a –20 °C y para el análisis se descongelaron a 4 °C durante 24 horas. Se separó la piel y el hueso de la carne. Las muestras de carne se trituraron para su correcta homogeneización, se liofilizaron y se trituraron de nuevo.

La extracción de grasa para el análisis de composición de ácidos grasos se realizó siguiendo el método Folch et al. (1957). Los ácidos grasos fueron metilados según el procedimiento descrito por Morrison y Smith (1964) y separados mediante un cromatógrafo de gases HP5890 y una columna capilar de sílice con cianopropil metil silicona de 30m*0,25mm*250*um*. También se realizó la determinación de grasa total (A.O.A.C., 1990).

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un modelo que contemplaba el efecto de la raza, del tipo de pollo, de la parte del cuerpo y las interacciones entre ellos. Para resolverlo se utilizó la aplicación GLM del programa estadístico SAS. La separación de lsmeans se realizó con un test "t" de Student y se aceptó un nivel de significación de 0,05. En los porcentajes se aplicó la transformación arco seno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestran los resultados del % de grasa total, ácidos grasos saturados (%SAFA), monoinsaturados (%MUFA) y poliinsaturados (%PUFA), las relaciones insaturados:saturados (U:S) y n-6:n-3. Se presentan separados en muslo y pechuga para los pollos mejorado adulto y mejorado joven de las razas Penedesenca, Prat y Empordanesa.

Referente a **grasa total**, el análisis estadístico reveló diferencias entre razas, tipo de pollo y parte del cuerpo pero fueron significativas las interacciones raza*parte del cuerpo y tipo de pollo*parte del cuerpo. La raza Prat presentó en muslos menos grasa que las otras dos, que no se diferenciaron. La pechuga no varió ni entre razas ni entre tipos de pollo. Los pollos jóvenes presentaron valores superiores que los adultos en el muslo pero no en la pechuga. Estas diferencias en la edad también las observó Touraille et al. (1981) en pollos "Label" pero en ambas partes del cuerpo. Coincidiendo con Touraille et al. (1981), Leskanich (1997) en "broilers" y Ciria et al. (2000) en Castellana Negra la pechuga siempre presentó menos grasa que el muslo.

Respecto a **%SAFA** se observaron diferencias entre razas, tipo de pollo y parte del cuerpo pero resultaron significativas las interacciones raza*parte del cuerpo y tipo de pollo*parte del cuerpo. La raza Prat presentó mayor %SAFA que las otras dos en los muslos, tanto en los tipos adultos como en los jóvenes, pero mientras en los adultos la Penedesenca y la Empordanesa no se diferenciaron, en los jóvenes la Empordanesa presentó menor %SAFA que la Penedesenca. En pechugas, la raza Prat también presentó mayor %SAFA que las otras dos, pero en los jóvenes no se diferenció de la Penedesenca. Los adultos siempre mostraron mayor %SAFA sólo en los muslos, lo que coincide con la revisión de Berri (2000) refiriéndose a la canal total. Los muslos de los pollos adultos presentaron mayor %SAFA que las pechugas, lo que coincide con Hrdinka (1996) en "broilers", pero en los jóvenes sólo ocurrió en la Prat.

Referente a la **%MUFA**, no se obtuvo diferencias entre razas, pero sí entre tipos de pollo y parte del cuerpo. La interacción raza*parte del cuerpo resultó significativa. Los muslos de los pollos adultos presentaron mayor %MUFA que los de pollos jóvenes en las razas Prat y Penedesenca, mientras que las pechugas no se diferenciaron entre tipos de pollo. Coincidiendo con Leskanich (1997) los muslos presentaron mayor %MUFA que las pechugas, salvo en los pollos adultos de Penedesenca cuyos muslos no se diferenciaron de las pechugas.

Respeto al porcentaje de **%PUFA** resultaron significativos los factores raza y parte del cuerpo, y también la interacción raza*parte del cuerpo. La raza Prat en muslos presentó menor %PUFA que la Penedesenca y la Empordanesa, pero la %PUFA en pechugas no difirió entre razas. Por otra parte, en todos los casos los muslos presentaron menor %PUFA que las pechugas coincidiendo con Leskanich (1997). No se observaron diferencias entre tipos de pollo, por tanto el factor edad no ha influido en la %PUFA.

Considerando la relación insaturados:saturados (**U:S**) el análisis estadístico reveló diferencias entre razas, tipo de pollo y parte del cuerpo pero las interacciones raza*parte del cuerpo y tipo de pollo*parte del cuerpo resultaron significativas. La raza Prat, independientemente del tipo de pollo, en muslo presentó menor U:S que la Penedesenca y la Empordanesa, pero en la pechuga, mientras los adultos presentaron menor U:S que las otras dos razas, los jóvenes no se diferenciaron de los de Penedesenca pero presentaron menor U:S que los de Empordanesa. Los tipos adultos siempre presentaron menor relación U:S que los jóvenes en muslo, pero no se diferenciaron en pechuga. La relación U:S fue inferior en muslo que en pechuga para los pollos adultos, mientras que en los jóvenes sólo ocurrió en la Prat.

Referente a la proporción de **n-6:n-3** el análisis estadístico mostró diferencias entre razas y parte del cuerpo pero las interacciones raza*tipo de pollo y raza*parte del cuerpo fueron significativas. Las razas no se diferenciaron en la relación n-6:n-3 de las pechugas, pero la raza Prat presentó, en los muslos de los jóvenes mayor relación que la Penedesenca y la Empordanesa, aunque los adultos no se diferenciaron. Los muslos presentaron siempre una relación mayor que las pechugas coincidiendo con Leskanich (1997).

Tabla 2: Lsmeans de % de grasa total, %SAFA, %MUFA, %PUFA, U:S y n-6: n-3 en muslo y pechuga para los pollos mejorado adulto (MA) y mejorado joven (MJ) de las razas Penedesenca Negra (PN), Prat Leonada (PL) y Empordanesa Roja (ER)

		PN		PL		ER	
Parte		**MA**	**MJ**	**MA**	**MJ**	**MA**	**MJ**
	GRASA	$10,66^{Aa1}$	$17,74^{Aa2}$	$7,78^{Ab1}$	$13,65^{Ab2}$	$10,41^{Aa1}$	$19,67^{Aa2}$
MUSLO+	SAFA	$36,70^{Aa1}$	$33,82^{a2}$	$44,81^{Ab1}$	$41,32^{Ab2}$	$38,73^{Aa1}$	$32,96^{c2}$
CONTRA	MUFA	$33,80^{1}$	$38,61^{A2}$	$35,95^{A1}$	$41,15^{A2}$	$33,65^{A}$	$36,01^{A}$
MUSLO	PUFA	$29,50^{Aa}$	$27,57^{Aa}$	$19,24^{Ab}$	$17,54^{Ab}$	$27,62^{Aa}$	$31,03^{Aa}$
	U:S	$1,76^{Aa1}$	$2,00^{a2}$	$1,24^{Ab1}$	$1,43^{Ab2}$	$1,60^{Aa1}$	$2,06^{a2}$
	n-6:n-3	$12,73^{A}$	$11,67^{Aa}$	$13,99^{A}$	$17,55^{Ab}$	$13,43^{A}$	$12,13^{Aa}$
	GRASA	$3,45^{B}$	$2,98^{B}$	$2,19^{B}$	$3,60^{B}$	$1,61^{B}$	$2,67^{B}$
	SAFA	$33,77^{Ba}$	$32,84^{ab}$	$36,06^{Bb}$	$34,44^{Ba}$	$33,57^{Ba}$	$31,52^{b}$
PECHUGA	MUFA	30,16	$30,19^{B}$	$25,84^{B}$	$28,52^{B}$	$25,74^{B}$	$28,49^{B}$
	PUFA	$36,07^{B}$	$36,97^{B}$	$38,11^{B}$	$37,04^{B}$	$40,67^{B}$	$39,99^{B}$
	U:S	$1,97^{Ba}$	$2,05^{ab}$	$1,79^{Bb}$	$1,91^{Ba}$	$1,98^{Ba}$	$2,18^{b}$
	n-6:n-3	$5,39^{B}$	$5,55^{B}$	$5,26^{B}$	$5,98^{B}$	$5,13^{B}$	$5,57^{B}$

1,2,3...diferencias significativas entre tipos de pollo ($p<0.05$)
A,B,C... diferencias significativas entre partes del cuerpo ($p<0.05$)
a,b,c...diferencias significativas entre razas ($p<0.05$)

REFERENCIAS

A.O.A.C., (1990). Washington, D.C., Association of Official Analytical and Chemists.
Berri, C.,(2000). World´s Poultry Science Journal, Vol. 56: 209-224.
Ciria, J.; B. Asenjo,; J.A Miguel y A.B. Casado, (2000). Cong. Int. Prod. Ani: 143-147
Folch, J.; M. Less and G.H.S. Stanley, (1957). J.Biol.Chem., 226: 497-509.
Francesch, A; R. Anguera; L. Guerrero; M.D. Guàrdia y L. Escoda, (1999). XXXVI Symposium WPSA Sección Española, p.p. 159-172.
Hrdinka, C.; W. Zollitsch,; W. Knaus and F.Lettner, (1996). Poult. Sci., 75: 208-215.
Leskanich, C.O. and R.C. Noble, (1997). World´s Poult. Sci. J., Vol. 53: 155-183.
Morrison, W.R.,and M.L. Smith, (1964). J.Lipid Res, 5: 600-605.
Touraille, C.; F. Ricard; J. Koop; C. Valin; B. Leclercq, (1981). Arch Geflü. 45:97-104

COMAPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL DE POLLOS DE LA RAZA CASTELLANA NEGRA CON POLLOS PROCEDENTES DEL CRUCE DE GALLOS DE LA RAZA PENEDESENCA NEGRA Y GALLINAS DE LA RAZA CASTELLANA NEGRA

J.A. Miguel; J. Ciria; B. Asenjo, J. L. Calvo y M.T. Ruiz

Producción Animal, E.U.I. Agrarias de Soria. Campus Universitario. 42003 Soria.

INTRODUCCIÓN.

En la línea de trabajo que se viene llevando a cabo desde el Area de Producción Animal de la E.U.I. Agrarias de Soria, de la Universidad de Valladolid, con la colaboración de la Unidad de Genética Avícola del IRTA, en la mejora de la raza Castellana Negra, y en su utilización para la producción de carne (Gómara *et al.* 1999; Ciria *et al.* 1999; Ciria *et al.* 2000 y Ciria *et al.* 2001), se presenta el siguiente trabajo donde se comparan los rendimientos a la canal de pollos de la raza Castellana Negra (CN) y pollos del cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra con gallinas de la raza Castellana Negra (CP) criados en libertad y en cautividad y sacrificados a las 20 semanas de vida

MATERAL Y METODOS.

a) Material biológico.

Se utilizaron 90 machos de la raza Castellana Negra Y 90 del cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra (suministrados por la Unidad de Genética Avícola del IRTA) y gallinas de la raza Castellana Negra. Ambos tipos genéticos se separaron al azar en dos lotes con igual número de animales, uno para su cría en cautividad con una densidad de población aproximada de 3,5 animales/m^2, y otro con posibilidad de salida de los animales a parques exteriores una vez alcanzadas las 6 semanas de vida, con una densidad aproximada de 2,3 m^2/pollo.

La alimentación fue suministrada "ad libitum", utilizando dos piensos diferentes:

- Pienso de iniciación; hasta la sexta semana de vida, con un 23.5% de proteína y 3.100 kcal/kg de EM.
- Pienso de segunda edad; hasta el sacrificio, con 20.07% de proteína y 3.200 kcal/kg de EM.

Los animales se sacrificaron a las 20 semanas de vida, y posteriormente se escogieron al azar diez animales de cada grupo (libertad y cautividad).

b) Evisceración.

Una vez sacrificados los animales se procedió a evaluar el rendimiento a la canal, considerando porcentaje de canal eviscerada (sin grasa abdominal, intestinos, hígado, bazo, molleja y proventriculo) sobre peso vivo. Con la canal eviscerada se determinó el porcentaje de la composición de la canal.

La disección se realizó según el método propuesto por el Grupo de trabajo nº5 de la W.P.S.A. (1984).

c) **Análisis estadístico.**
Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante modelo lineal general de análisis de varianza del programa informático SPSS versión 8.0 para Windows.

RESUSTADOS Y DISCUSIÓN.

En los datos recogidos en la tabla 1 se observa que el peso de la canal y el rendimiento a la canal de los animales del cruce son significativamente superiores a los observados en animales de Castellana Negra. En ningún caso hubo diferencias significativas respecto al sistema de explotación (cría en cautividad o al aire libre). Estos resultados están dentro de lo esperado si consideramos que el peso vivo de los animales ya era significativamente superior en los cruzados que en la raza pura.

Tabla1. Rendimiento a la canal (cautividad y libertad) de la raza Castellana Negra (CN), cruce de gallinas de Castellana Negra y gallos línea padre de Penedesenca Negra (CP), expresados en gramos y en porcentajes sobre peso vivo, y sobre peso canal eviscerada a las 20 semanas de vida.

	CN						*CP*					
	Cautividad			Libertad			Cautividad			Libertad		
	Peso (g)		%	Peso(g)		%	Peso(g)		%	Peso(g)		%
Peso Vivo	1942,00 a 152.68			2005,80 a 203.87			2692,4 b 202.66			2674,60 b 183.87		
Peso Canal	1704,41 a 131.89			1741,03 a 180.43			2383,8 b 185.90			2380,19 b 196.83		
Rto. Canal	- -		87,77	- -		86,80	-		88,54	-		88,99
Canal Eviscerada1	1531,63 a 138.08		78,87	1525,12 a 124.50		76,03	2105,34 b 142.56		78,19	2106,26 b 180.83		78,75
Grasa Abdominal1	14,48 a 10.27		0,74	12,20 b 6.23		0,6	42,67 c 24.66		1,58	34,64 d 21.80		1,29
Pectorales	268,76 a 58.58		17.54	254,54 a 26.62		16.68	353,94 b 26.86		16.81	380,68 b 34.90		18.07
Muslo + Contramuslo	445,61 a 41.53		29,09	455,64 a 52.62		29,87	642,89 b 45.22		30,53	658,78 b 63.48		31,27
Alas	145,77 a 25.72		9,50	143,06 a 18.73		9,38	204,81 b 14.52		9,72	204,77 b 19.53		9,72
Partes Nobles	860,14 a		56.87	854,24 a		56,53	1200,64 b		57.02	1244,23 b		59.07

*Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

La grasa abdominal acumulada por los animales cruzados es significativamente superior a la de los pollos de Castellana Negra, siendo mayor en ambos casos en los animales criados en cautividad que en los criados al aire libre, situación esperada, dado el menor consumo energético de los animales criados en cautividad. Estos resultados son inferiores a los encontrados por Gómara *et al.* (1999) en animales de los mismos tipos genéticos pero sacrificados a las 15 semanas de vida, aunque si son más acordes con los publicados por Ciria *et al.* (1999) y *Francesch et al.* (1993) en pollos de Penedesenca Negra a las 15 semanas. Así mismo podemos observar que estos datos, en el caso del cruce, son similares a los encontrados por Cepero *et al.* (1998) en pollos broilers sacrificados a

las 8 semanas, pero muy inferiores a los que se encuentran a mayores edades de sacrificio. También Muriel *et al* (1997) encontraron resultados similares para animales criados en libertad y sacrificados a los 89 días y Cubiló *et al.* (1999) con animales de la raza Penedesenca Negra sacrificados a las 28 semanas, encuentran contenidos de grasa abdominal del 1.31%

Los porcentajes de pectorales (*Pectoralis superficialis + Pectoralis profundus)*, muslo mas contramuslo y alas, son todos ellos significativamente superiores en los animales del cruce de las dos razas que en los animales de Castellana Negra, no siendo en ningún caso significativas las diferencias debidas al tipo de alojamiento. Todos estos resultados son similares a los encontrados por Gómara *et al.* (1999) en el mismo tipo de animales, sacrificados con 15 semanas. Los resultados en pectorales son superiores, tanto en CN como en CP a los publicados por Muriel *et al.* (1999) a los 89 días de vida e inferiores los de muslo+contramuslo y alas. Cubiló *et al.* (1999) encontraron rendimientos en pectorales del 14.1% en la raza Penedesenca Negra a las 28 semanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CEPERO, R. (1998). II Jornadas Técnicas Proglacter. Barcelona. pp 97-104.

CIRIA, J.; GOMARA, A.; FRANCESCH, A.; ASENJO, B.; MIGUEL, J.A.. (1999). XXXIV Symposium de la Sección Española de la WPSA, Valladolid. pp 183-188.

CIRIA, J.; ASENJO, B.; MIGUEL, J.A.; CASADO, A.B. (2000). XXXVII Symposium de la Sección Española de la WPSA, Barcelona. pp 143-147.

CIRIA, J.; ASENJO, B.; MIGUEL, J.A.; ACEBEDO, E.; Y ANDRÉS, C.(2001). IX Jornadas sobre Producción Animal (presente volumen).

CUBILÓ, M.D.; TOR.M. Y FRANCESCH, A. (1999). XXXVI Symposium de Avicultura. Valladolid. pp 175-181

FRANCESCH, A.; PARDO, C.; ESTEVE-GARCIA, E. Y ALMIRALL, M. (1993). XXX Symposium de Avicultura Científica. Sección Española de la WPSA. pp 289-297.

GÓMARA, A.; ASENJO, B.; FRANCESCH, A.; CIRIA, J.; PÉREZ, R. Y RUIZ, MªT (1999). VII Jornadas sobre producción animal. Volumen Extra, Número 20- Tomo I, pp. 173-175.

MURIEL, A.; MARTIN, M.; PASCUAL Mª. R. (1999). Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. 62pp.

MURIEL, A.; SOLANA, J.; Y CANCHO, M.(1997). Archivos de Zootecnia. 46 pp 239-247

W.P.S.A. (1984). Working Group nº 5. European Federation. 1984. 33 pp. Fris Jenses Edit.

CARACTERIZACIÓN INSTRUMENTAL DE LA CARNE DE POLLO PROCEDENTE DEL CRUCE DE GALLOS DE LA RAZA PENEDESENCA NEGRA Y GALLINAS DE LA RAZA CASTELLANA NEGRA

J. Ciria, B. Asenjo, J.A. Miguel, E. Acebedo* y C. Andrés

Producción Animal, E.U.I. Agrarias de Soria. Campus Universitario. 42003 Soria.
* Universidad nacional experimental del Táchira. Venezuela.

INTRODUCCIÓN.

Durante los últimos años, se viene trabajando en el Area de Producción Animal de la E.U.I. Agrarias de Soria, de la Universidad de Valladolid, con la colaboración de la Unidad de Genética Avícola del IRTA, en la mejora de la raza Castellana Negra, así como en su utilización para la producción de carne (Gómara *et al.* 1999; Ciria *et al.* 1999 y Ciria *et al.* 2000), valorando su capacidad productiva y características de la canal. En el presente trabajo, se exponen las características tecnológicas de la carne de pollos procedentes del cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra y gallinas de la raza Castellana Negra, criados en libertad y en cautividad.

MATERAL Y METODOS.

a) **Material biológico.** Se utilizaron 90 machos de cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra y gallinas de la raza Castellana Negra, en dos lotes al azar, uno para cría en cautividad con una densidad de 3,5 animales/m^2, y otro con posibilidad de salida a parques exteriores a partir de las 6 semanas, con una densidad de 2,3 m^2/animal. Los animales se sacrificaron a las 20 semanas de vida. La alimentación fue "ad libitum" con dos piensos, de iniciación hasta la 6ª semana de vida (23.5% de proteína y 3.100 kcal/kg de EM.) y de segunda edad hasta el sacrificio (20.07% de proteína y 3.200 kcal/kg de EM.)

b) **Análisis instrumental.** El análisis instrumental se realizó siguiendo la metodología propuesta por Boccard *et al.* (1981).

c) **Análisis estadístico.** Los datos fueron analizados estadísticamente mediante modelo lineal general de análisis de varianza del programa informático SPSS versión 8.0 para Windows.

RESUSTADOS Y DISCUSIÓN.

1.- Composición química.

Los resultados obtenidos en el análisis instrumental se reflejan en la Tabla 1. Se observa un porcentaje de humedad significativamente superior en el contramuslo que en la pechuga, aunque no existen diferencias respecto al sistema de explotación (cría en cautividad o en libertad).

El contenido en grasa en contramuslo, fue significativamente superior al observado en pechuga y son superiores a los publicados por Muriel *et al.* (1999), en pollos camperos pesados Redbro y sacrificados a 77 días de vida, situación que se podría justificar por la mayor edad (20 semanas). Igualmente, son superiores a los encontrados para la raza Castellana Negra en pureza a la misma edad (Ciria *et al.*

2000) y similares a los descritos por Soidla *et al.* (1998) en pollos broiler, sacrificados con pesos de 1.855 g, entre 41 y 45 días de vida.

Tabla 1: Composición química (por 100 g de muestra húmeda) de contramuslo y pechuga de pollos criados en libertad y cautividad hasta las 20 semanas.

	CONTRAMUSLO		*PECHUGA*		*NIVEL DE SIGNIFICACION*		
	Cautividad	Libertad	Cautividad	Libertad	Alojamiento	Muestra	Interacción
Proteína	20,65	20,49	24,30	24,07	N.S	**	N.S
	±0,25	±0,48	±0,33	±0,48			
Grasa	2,75	2,56	0,89	0,86	N.S	**	N.S
	±0,79	±0,58	±0,19	±0,14			
Humedad	75,05	75,03	73,68	73,75	N.S	**	N.S
	±0,51	±0,97	±0,45	±0,43			
Cenizas	1,12	1,12	1,09	1,05	N.S	N.S	N.S
	±0,04	±0,03	±0,09	±0,10			

N.S: No significativo; *: P<0,05; **: P<0,001

El contenido en proteína en pechuga es significativamente superior al del contramuslo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Muriel y Pascual (1996) para pollos de campo, y con los de este mismo equipo investigador en animales de la raza Castellana Negra a la misma edad (Ciria *et al.* 2000). Así mismo, Josemaría *et al.* (1999) observaron en broiler un contenido en proteína en pechuga entre 21,6 y 23,0 por 100 y en contramuslo de 18,1 y 20,1 por 100.

2.- Características reológicas

Como se puede observar en la Tabla 2, la CRA calculada por perdidas por cocción ha resultado ser superior significativamente para el contramuslo que para la pechuga, datos muy diferentes a los obtenidos por Cepero *et al.* (1994), donde era el contramuslo el que menor porcentaje de perdidas presentaba, aunque los resultados si son acordes con los obtenidos en la raza Castellana Negra por Ciria *et al.* (2000).

Tabla 2: Valores de Capacidad de Retención de Agua, CRA, (% de jugo expelido) calculados por perdida de agua por cocción (ppc) y perdidas por presión (ppp); textura (resistencia al corte) Kg/cm^2 en contramuslo y pechuga.

	CONTRAMUSLO		*PECHUGA*		*NIVEL DE SIGNIFICACION*		
	Cautividad	Libertad	Cautividad	Libertad	Alojamiento	Muestra	Interacción
CRA (ppc)	23,10	22,80	14,60	14,80	N.S	**	N.S
	±2,87	±8,83	±5,04	±5,61			
CRA (ppp)	9,25	10,25	9,44	8,37	N.S	N.S	N.S
	±1,22	±3,20	±1,25	±1,26			
Textura	2,29	2,77	2,52	2,72	N.S	N.S	N.S
	±1,33	±0,69	±0,80	±0,38			

N.S: No significativo; *: P<0,05; **: P<0,001

El porcentaje de perdidas de agua por presión obtenido en contramuslo es ligeramente menor que el de la pechuga (diferencias no significativas) para animales criados en cautividad, pero es superior para los criados en libertad.

En lo referente a la textura no se aprecian diferencias significativas en ningún caso. Los resultados son similares a los obtenidos por Ciria et al. (2000) para la raza Castellana Negra y ligeramente superiores a los obtenidos Cepero *et al.* (1994).

3.- Color.

Los valores observados de luminosidad (L*) (Tabla 3), presentan diferencias significativas; teniendo el contramuslo y la pechuga valores similares, siendo significativamente menores que en la piel, en cualquier caso, los datos obtenidos concuerdan con los de Cepero *et al.* (1994), aunque son ligeramente superiores, lo que indica que el color de la piel y de la carne de estos animales es mas clara que la del pollo Label utilizado por los citados autores. También son valores ligeramente superiores a los de la raza Castellana Negra (Ciria *et al.* 2000).

Al comparar los niveles de rojo (a*) se observan diferencias significativas entre todos los tipos de muestra, siendo el mayor el del contramuslo; lo cual se podría atribuir al predominio de fibras musculares rojas de los músculos que lo forman (Aberle *et al.* 1979) y el menor el de la piel. Así mismo el índice de rojo es mayor, aunque no significativamente, en los animales en libertad que en cautividad, debido probablemente a una mayor oxigenación del músculo en los primeros, a causa del ejercicio realizado en los parques.

Los valores del índice de amarillo (b*) son significativamente superiores en todas las muestras en los animales criados en libertad.

Tabla 3: Coordenadas L*, a* y b* de contramuslo, pechuga y piel.

	CONTRAMUSLO		*PECHUGA*		*PIEL*		*NIVEL DE SIGNIFICACION*		
	Caut	Libert	Caut	Libert	Caut	Libert	Alojam	Muestra	Interacción
L*	51,84	48,30	54,25	53,35	62,94	64,89	*	**	N.S
	±5,64	±3,28	±3,79	±2,75	±4,66	±2,62			
a*	8,49	10,00	2,26	2,45	1,05	0,01	N.S	**	N.S
	±3,02	±1,23	±0,85	±0,66	±3,23	±0,84			
b*	-1,44	0,53	-1,78	-1,57	-0,70	0,43	*	**	*
	±1,50	±1,42	±2,41	±1,86	±1,24	±4,27			

N.S: No significativo; *: P<0,05; **: P<0,001

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

ABERLE, E.D.; ADIS, P.B.; SHOFFNER, R.N. (1979). Poult, sci., 58.

BOCCARD, R. *et al,* (1981). Livestock Production Science, 8: 385-397

CEPERO, R.; RUBIO, J.; TARAZONA, J.; ALAVA, A.; GUTIERREZ, M.A.; SANTOLARIA, P., SAÑUDO, C. (1994). XXXI Symposium de la Sección Española de la WPSA. Pamplona. pp 165-175.

CIRIA, J.; GOMARA, A.; FRANCESCH, A.; ASENJO, B.; MIGUEL, J.A.. (1999). XXXIV Symposium de la Sección Española de la WPSA, Valladolid. pp 183-188.

CIRIA, J.; ASENJO, B.; MIGUEL, J.A.; CASADO, A.B. (2000). XXXVII Symposium de la Sección Española de la WPSA, Barcelona. pp 143-147.

GÓMARA, A.; ASENJO, B.; FRANCESCH, A.; CIRIA, J.; PÉREZ, R. Y RUIZ, Mª T (1999). VII Jornadas sobre producción animal. Volumen Extra, Número 20- Tomo I (1999) pp. 173-175.

JOSEMARÍA, A.; GUIRAO, J.; ARROYO, J.A.; GARCIA, Mª D. (1999).Carnica 2000, pp 42-51.

MURIEL, A.; PASCUAL, Mª R. (1996). Proc. Int. Symp. on basis of typical Mediterranean animal product. pp 381-385.

MURIEL, A.; MARTIN, M.; PASCUAL Mª. R. (1999). Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y medio Ambiente. 62 pp.

SOIDLA, R.; REI, M.; MALLO, T.; ANSO, L.. (1998). 44th ICONST. 1998, pp 266-267.

EFICIENCIA DE NIVELES CRECIENTES DE DOS PIGMENTANTES NATURALES SOBRE LA COLORACIÓN DE LA YEMA DEL HUEVO.

Rincón-Carruyo, X.[1]; Sala, R.[1]; Vilà, B[2]., Barroeta, A.C.[1] y Gasa, J.[1]
[1] Nutrición y Alimentación Animal. Facultad de Veterinaria. UAB Bellaterra, Barcelona.
[2] Industrial Técnica Pecuaria SA (ITPSA), Dep. I+D, Barcelona.

INTRODUCCION

En avicultura de puesta, uno de los parámetros de calidad más importante es el color de la yema. El consumidor asocia un determinado color con un mayor valor nutritivo (Latscha, 1990), aunque las preferencias varían entre zonas geográficas y culturales. En Europa, estas preferencias van, según la Escala de Color Roche (ECR 1-15), desde un valor de 8 (amarillo moderada) hasta uno de 15 (anaranjado rojizo intenso), siendo el color 14 ECR, el más valorado (62 %) en nuestro país (Hernández, 1998).

El color de la yema del huevo está determinado por el tipo y la cantidad de xantofilas existentes en la dieta de las ponedoras, tras la incorporación de ingredientes ricos en estos pigmentos carotenoides (maíz, gluten meal, alfalfa) o de pigmentantes sintéticos o naturales. Estos últimos, son comúnmente utilizados en los piensos debido, en parte, a la variabilidad en el contenido natural de xantofilas de los ingredientes (Adams, 1985). En la actualidad, y ante las exigencias de los consumidores, el uso de pigmentantes procedentes de la extracción de fuentes naturales (flores de marigold, alfalfa, pimentón y maíz) se ha visto notablemente incrementado. Las xantofilas amarillas, indispensables para una correcta base de coloración, no permiten obtener un valor superior a 12 ECR, siendo además, económicamente desfavorable (ITPSA, datos no publicados). Es por ello que, tanto para aumentar el color de la yema como para obtener una coloración especifica a un menor coste, se requiere la adición de xantofilas rojas en el pienso. Puesto que la relación entre los niveles de xantofilas rojas y amarillas será quien determine el color final deseado, el presente estudio tiene como objetivo determinar la eficiencia de niveles crecientes de dos pigmentantes naturales (uno amarillo y otro rojo) sobre la coloración de la yema del huevo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona, equipada con calefacción, ventilación e iluminación controlada. Se utilizaron 240 gallinas de la estirpe Lohmann, de 58 semanas de vida, alojadas en baterías tipo California y distribuidas al azar en 20 tratamientos experimentales (12 gallinas/tratamiento; 6 gallinas/réplica). Los tratamientos se obtuvieron tras suplementar una dieta basal blanca (trigo-cebada, 68 %) con mezclas de distintos niveles de pigmentantes amarillo y rojo. El diseño experimental fue un factorial 4x5, correspondiente a 4 niveles de base amarilla (CEBSNT; 2.25, 4.50, 6.75, 9.00 ppm) combinados con 5 niveles de rojo (CFSNT; 1.125, 2.250, 4.500, 9.000, 18.000 ppm).

Previo al inicio del experimento, las gallinas estuvieron 15 días consumiendo pienso base blanco. Los tratamientos experimentales se suministraron "ad libitum" durante 4 semanas. A lo largo de las dos últimas, se procedió a la recogida de muestras (10 huevos/tratamiento/día de tres días consecutivos al final de la 3ª y 4ª semanas) para realizar medidas de color (Escala de color Roche (1-15) y Colorímetro Hunterlab -valores L, a, b-) y de otros parámetros de calidad (Grosor de la cáscara, Manchas de sangre en la yema y clara y Unidades Haugh). Paralelamente se determinaron los parámetros productivos habituales (masa de huevos/animal/día, peso medio del huevo, índice de puesta, IC/kg, IC/docena y consumo medio diario). Los datos obtenidos fueron analizados con el procedimiento

GLM y CORR del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1994) y regresión no lineal del programa GraphPad Prism (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias significativas debidas al tratamiento en los parámetros productivos y de calidad del huevo estudiados excepto para los parámetros de color de la yema. Los resultados obtenidos relativos a la pigmentación de la yema se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Efecto del nivel de pigmentante rojo (CFSNT) y base amarilla (CEBSNT) sobre:

A.- los valores de la ***Escala de Color Roche***.

ppm CEBSNT	*ppm CFSNT (rojo)*					
(amarillo)	*1,125*	*2,250*	*4,500*	*9,000*	*18,000*	*Efecto base amarilla*
2,25	7,03 j	8,89 h	10,57 de	13,10 bc	14,51 a	*10,72 z*
4,50	7,05 j	9,09 gh	10,46 e	13,16 b	14,64 a	*10,87 y*
6,75	7,78 i	9,23 g	10,74 d	12,98 bc	14,55 a	*11,09 x*
9,00	7,76 i	9,48 f	10,75 d	12,88 c	14,56 a	*11,03 x*
Efecto rojo	*7,40 E*	*9,18 D*	*10,64 C*	*13,02 B*	*14,57 A*	n = 1062
*Efecto rojo ****		*Efecto base amarilla ****		*Efecto rojo x amarillo ****		*(*** p < 0,001)*

B.- los valores de ***L (luminosidad)*** del colorímetro.

ppm CEBSNT	*ppm CFSNT (rojo)*					
(amarillo)	*1,125*	*2,250*	*4,500*	*9,000*	*18,000*	*Efecto base amarilla*
2,25	65,23 a	62,78 bcd	61,66 e	57,97 g	53,82 i	*60,45 x*
4,50	65,30 a	62,53 cd	61,34 e	56,71 h	53,48 i	*59,91 y*
6,75	63,55 b	62,92 bc	60,01 f	57,85 g	53,44 i	*59,58 yz*
9,00	63,45 b	62,05 de	60,20 f	57,23 gh	53,29 i	*59,46 z*
Efecto rojo	*64,40 A*	*62,55 B*	*60,80 C*	*57,43 D*	*53,51 E*	n = 1034
*Efecto rojo ****		*Efecto base amarilla ****		*Efecto rojo x amarillo ****		*(*** p < 0,001)*

C.- los valores de ***a (rojo)*** del colorímetro.

ppm CEBSNT	*ppm CFSNT (rojo)*					
(amarillo)	*1,125*	*2,250*	*4,500*	*9,000*	*18,000*	*Efecto base amarilla*
2,25	13,52 j	15,72 h	19,10 e	24,49 c	29,58 a	*20,26 z*
4,50	12,74 k	16,25 g	19,14 e	24,80 bc	30,00 a	*20,51 y*
6,75	14,57 i	16,65 g	20,11 d	24,61 bc	29,84 a	*21,14 x*
9,00	14,98 i	17,21 f	20,35 d	25,08 b	30,02 a	*21,22 x*
Efecto rojo	*13,94 E*	*16,47 D*	*19,69 C*	*24,76 B*	*29,85 A*	n = 1034
*Efecto rojo ****		*Efecto base amarilla ****		*Efecto rojo x amarillo ****		*(*** p < 0,001)*

D.- los valores de ***b (amarillo)*** del colorímetro.

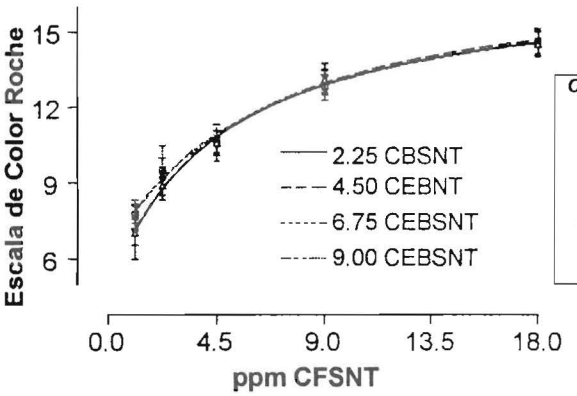
ppm CEBSNT	*ppm CFSNT (rojo)*					
(amarillo)	*1,125*	*2,250*	*4,500*	*9,000*	*18,000*	*Efecto base amarilla*
2,25	32,60 bc	31,44 e	30,74 f	28,72 h	26,96 i	*30,17 z*
4,50	33,29 a	31,98 d	31,95 f	28,69 h	27,11 i	*30,43 y*
6,75	32,86 b	32,65 bc	31,04 f	29,26 g	26,90 i	*30,55 y*
9,00	33,27 a	32,36 c	31,62 de	29,61 g	27,10 i	*30,94 x*
Efecto rojo	*33,00 A*	*32,11 B*	*31,08 C*	*29,10 D*	*27,01 E*	n = 1034
*Efecto rojo ****		*Efecto base amarilla ****		*Efecto rojo x amarillo ****		*(*** p < 0,001)*

Tal y como se desprende de estos resultados, la adición de niveles proporcionalmente más elevados de xantofilas rojas en la ración cursa con un

incremento progresivo del color de la yema (Escala Roche, Tabla 1-A). Este incremento no es de tipo lineal, ajustándose a una curva de saturación donde:

$$ECR = Mín. + ((Máx. - Mín.) * ppm) / (K + ppm)$$

Figura 1.- Relación entre el nivel de xantofilas rojas (CFSNT) y los valores Roche.



CEBSNT	Mín.	Máx.	K	R^2
2,25	4,64	17,12	4,613	0,943
4,50	4,77	17,33	4,786	0,956
6,75	6,02	17,48	6,076	0,952
9,00	6,12	17,31	5,932	0,923

De forma similar, la inclusión de niveles más elevados de base amarilla se refleja en un aumento significativo del color (ECR), aunque este incremento es inferior al obtenido con las xantofilas rojas.

Al comparar la eficiencia de pigmentación de las xantofilas amarillas para cada uno de los niveles de xantofilas rojas ensayadas destaca la existencia de interacción entre estos dos factores. De forma que, el efecto base amarilla es evidente para niveles bajos (< 4,5 ppm) de inclusión de xantofilas rojas (Fig 1 y Tabla 1-A) y no presenta un efecto relacionado con el nivel de inclusión de xantofilas amarillas para niveles elevados de xantofilas rojas.

Al analizar los resultados del colorímetro (Tabla 1- B, C y D), se observa que el parámetro "a" es el que mejor se correlaciona (r = 0,961) con los valores de Roche. Esta correlación es de tipo directa, mientras que para "L" (r = -0,882) y "b" (r = -0,876) es de tipo inversa. Al igual que en el parámetro ECR, también se presenta una interacción significativa entre los factores, siendo el comportamiento similar al observado para ECR.

Los resultados de pigmentación obtenidos sugieren que, dentro de los niveles estudiados, a partir de un nivel de inclusión de 4,5 ppm de xantofilas rojas, es suficiente un nivel de 2,25 ppm de base amarilla para obtener valores de ECR > 10. Cuando se desean valores inferiores (ECR 7-10), es necesario un nivel mínimo de 6,75 ppm de base amarilla para incrementar el color de la yema dentro de un determinado nivel de rojo (≤ 2,25 ppm).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, C.A. 1985. The Feed Compounder. June/July, 12-14.

GraphPad Prism. 1999. v.3.00 for Windows, GraphPad Software, San Diego, CA.

Hernández, J.M. 1998. 10th European Poultry Conference, Jerusalem. pp. 739-743.

Latscha, T. 1990. Carotenoids in animal nutrition. Dep. Animal Nutrition and Health. F. Hoffmann-La Roche Ltd. Suiza. 110 p.

Statistical Analysis System. 1994. SAS ® User's Guide. SAS Institute Cary, NC.

MODIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE α–TOCOFEROL DE HUEVOS ENRIQUECIDOS EN ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS ω3 SOMETIDOS A DIFERENTES TRATAMIENTOS TÉRMICOS

L. Cortinas, J. Galobart, A. C. Barroeta y M. D. Baucells

U.D. Nutrició i Alimentació Animals, Fac. de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años han aumentado los estudios encaminados a enriquecer los huevos con ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), en concreto de la familia ω3, debido a que el consumo de estos ácidos grasos (AG) se ha asociado con la prevención de enfermedades cardiovasculares (Knapp, 1991). Sin embargo, este enriquecimiento en AGPI provoca un aumento de la insaturación de los lípidos del huevo, que conlleva un incremento de su susceptibilidad a la oxidación (Cherian et al., 1996).

La suplementación de la dieta de las gallinas con tocoferoles se ha utilizado eficazmente como preventivo en el desarrollo de procesos oxidativos en el huevo (Cherian et al., 1996; Galobart et al., 2001), siendo además una forma de obtener huevos enriquecidos en vitamina E. Si bien se ha demostrado que el procesado de los huevos incrementa su oxidación, no se han hallado en la bibliografía trabajos que estudien en profundidad el efecto del procesado de huevos enriquecidos en AGPI ω3 sobre su contenido de α–tocoferol (α–Toc).

El objetivo de este trabajo fue valorar las modificaciones en el contenido de α–Toc de huevos enriquecidos en AGPI ω3 tras someterlos a diferentes procesos térmicos (huevo cocido y revuelto).

MATERIAL Y MÉTODOS

Cuarenta ponedoras LSL-White Leghorn de 20 semanas de edad fueron distribuidas aleatoriamente en cuatro tratamientos experimentales. Los animales se alojaron en jaulas individuales en una nave de ambiente controlado perteneciente a la estación experimental de Unterer Lindenhof de la Universidad de Hohenheim (Alemania).

Las dietas experimentales fueron formuladas partiendo de una dieta basal (Tabla 1) a la que se añadió un 4% de aceite de linaza (L) o aceite de pescado (Ps) y suplementada con 0 ó 100 mg/kg de acetato de α–tocoferol (α–TA).

Después de 25 días de consumo de las dietas experimentales se recogieron todos los huevos de cada tratamiento durante 4 días, pasados los cuales se distribuyeron aleatoriamente en 5 réplicas de 5 huevos para cada tratamiento (fresco, cocido y revuelto). Los huevos se cocieron por el método de agua fría descrito por Irmiter et al. (1970). Para el revuelto de los huevos se utilizó una placa eléctrica a media potencia hasta alcanzar una temperatura interna de 80ºC. De estas muestras se analizó el contenido de α–Toc mediante la extracción descrita por Abdollahi et al. (1993), seguida de la determinación mediante HPLC según las condiciones descritas por Drotleff y Ternes (1999).

Los datos obtenidos se analizaron mediante un ANOVA para determinar si los factores estudiados (tipo de aceite añadido, nivel de α–TA y procesado térmico) afectaron al contenido de α–Toc de los huevos frescos, cocidos y revueltos. En todos los casos los valores de $P \leq 0,05$ fueron considerados significativos.

Tabla 1. Composición y análisis químico de las dietas experimentales.

Ingredientes	%	Análisis químico	%
Trigo	40,60	Materia Seca	89,80
Soja Extrusionada 48	22,60	Proteína Bruta	18,90
Maíz	17,00	Grasa Bruta	6,30
Carbonato de calcio	9,80	Fibra Bruta	4,10
Grasa añadida	4,00	Cenizas	12,80
Harina de Alfalfa	3,55	EM (MJ/Kg)[2]	11,64
Fosfato dicálcico	0,91	Ca	3,69
Propionato cálcico	0,43	P	0,57
Cloruro de colina	0,25		
Sal	0,23	Acetato de α-tocoferol (mg/kg)	
Mono-Sodio-Fosfato	0,18	L	29
Premix Vitamínico 6 A/1.5 D_3	0,18	L + α-TA	96,5
DL-metionina	0,16	Ps	34
Premix Mineral SG1	0,09	Ps + α-TA	117
Citranaxantina	0,01		
Antioxidante BHT	0,01		

[1] L+α-TA y Ps+α-TA: dietas suplementedas con 100 mg/Kg de acetato de α-tocoferol; L y Ps: dietas sin acetato de α-tocoferol.
[2] EM estimada a partir de la EB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de α-Toc de los huevos expresado en μg/g M.S. se muestra en la Tabla 2. Tanto la suplementación dietética con α-TA como la fuente grasa afectaron de forma estadísticamente significativa al contenido de α-Toc de huevos frescos y sometidos a las diferentes formas de procesado (cocido y revuelto).

El contenido de α-Toc del huevo aumentó de forma estadísticamente significativa al suplementar las dietas con 100 mg/Kg de α-TA. Observaciones similares han sido publicadas por otros investigadores como Meluzzi et al. (2000) y Galobart et al. (2001). No obstante, hay gran variabilidad entre los trabajos de diferentes autores en el contenido de α-Toc de huevos procedentes de dietas con niveles de suplementación parecidos. Este hecho podría deberse por un lado, a la utilización de diferentes técnicas analíticas en la extracción y determinación del contenido de α-Toc del huevo y por otro, a que el nivel real de α-Toc presente en las dietas no siempre coincide con el estimado a partir de la suplementación. Además, dicha variabilidad en el depósito de α-Toc podría ser debido al perfil lípidico de las dietas. Así, en nuestro trabajo la suplementación de las dietas con L, con un menor nivel de insaturación, dio lugar a huevos frescos, cocidos y revueltos con un nivel superior de α-Toc que las dietas formuladas con Ps. Estos resultados coinciden con Meluzzi et al. (2000) que observaron un mayor contenido de α-Toc en los huevos procedentes de las dietas que contenían un 3% de sebo que aquellas que contenían 3% de aceite de linaza, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Miller et al. (1993) observaron que el contenido en α-Toc de muslos y pechugas de pollos se reducía a medida que aumentaba el nivel de aceite de pescado en la dieta. Así mismo, Galobart (2000) observó como el contenido de α-Toc de huevos enriquecidos en AGPI ω6 (procedentes de tratamientos con 5% de aceite de girasol) fue un 9,2% superior al de huevos enriquecidos con AGPI ω3 (procedentes de tratamientos con 5% de aceite de linaza). Nuestros resultados y los observados por otros autores nos indican que depósito de α-Toc en huevos es menor a medida que aumenta el grado de insaturación de los lípidos del huevo. Así, en nuestro estudio, aunque los huevos procedentes del tratamiento con L mostraron una proporción superior de AGPI (27,95% vs. 23,80%), los huevos de las dietas con Ps demostraron poseer una mayor proporción de AGPI de cadena muy larga como el ácido eicosapentaenoico y el ácido docosahexaenoico, y un mayor número de dobles enlaces (Tabla 3). Por otro lado algunos investigadores han observado una interferencia entre los AGPI ω3 de cadena larga y el α-Toc a nivel intestinal, de manera que la presencia de estos AGPI podría reducir la absorción del α-Toc (Gallo-Torres, 1970; Meluzzi et al., 1999). Además, el aceite de linaza

contiene componentes fenólicos con actividad antioxidante (Vesioglu et al., 1998) que protegerían los lípidos del huevo frente a la oxidación evitando el gasto de α–Toc.

Tabla 2. Efecto de la fuente grasa y la suplementación con acetato de α–tocoferol sobre el contenido de α–tocoferol en huevo fresco, cocido y revuelto (expresado en µg/g M.S.).

	Media global	Aceite		Acetato de α–tocoferol (mg/Kg)	
		Linaza	Pescado	0	100
	(n=60)	(n=30)	(n=30)	(n=30)	(n=30)
Fresco	297,54	321,57 [a]	273,51 [b]	187,17	407,91
Cocido	282,92	325,23 [a]	240,62 [c]	178,33	387,51
Revuelto	283,35	336,86 [a]	229,84 [c]	194,79	371,91
Media global		327,89	247,99	186,77	389,11
EEM	31,564				

Valores P[1]

		Interacciones:	
p Aceite	***	Aceite x α–TA	NS
p α-TA	***	Aceite x Procesado	*
p Procesado	NS	α–TA x Procesado	NS

[1]NS: no significativo ; *: $P \leq 0,05$; ***: $P \leq 0,001$.
[a, b, c]: Superíndices indican diferencias estadísticas en la interacción Aceite x Procesado.

Tabla 3. Composición en ácidos grasos del huevo fresco, expresado como normalización directa de área (%).

	Aceite			
	Linaza (n=12)	Pescado (n=12)	P[1]	EEM
C16:0	22.07	27.94	***	2.305
C16:1ω7	2,38	3,07	***	0,270
C18:0	8,64	8,31	NS	1,303
C18:1ω9	38,40	36,06	***	2,571
C18:2ω6	16,85	14,70	***	0,880
C18:3ω3	8,27	0,96	***	0,360
C20:4ω6	1,10	0,94	NS	0,095
C20:5ω3	ND[2]	0,72	-	-
C22:6ω3	1,75	7,15	***	0,346
AGS[3]	30,83	36,92	***	3,464
AGMI[3]	40,89	39,23	NS	2,559
AGPI[3]	27,95	23,80	***	1,483
ω 6[3]	17,88	15,53	***	0,886
ω 3[3]	10,07	8,27	***	0,757
ω 6/ω 3	1,79	1,89	NS	0,121

[1]NS: no significativo; P: ***: $P \leq 0,001$.
[2]ND: No detectado
[3]AGS: Ácidos grasos saturados; AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados; ω6: AGPI de la familia ω6; ω3: AGPI de la familia ω3.

Al someter los huevos a un tratamiento térmico (cocido o revuelto) únicamente se observa una reducción significativa ($p \leq 0,05$) del contenido en α–Toc en los huevos del tratamiento con Ps. Esta reducción puede ser debida a que el aceite de pescado es más susceptible a la oxidación como ya se ha comentado anteriormente. Hay pocos trabajos que hayan estudiado los cambios en el contenido de α–Toc de los huevos durante el procesado. Murcia et al. (1999) observaron una reducción en el contenido de α–Toc de 19,7% tras someter yemas de huevo a procesos de cocción durante 3 y 10 minutos, y pérdidas de alrededor del 50% cuando las yemas se sometían a la elaboración de tortillas o a tratamientos por microondas. Sin embargo, la diferencia con la reducción que obtenemos en nuestro estudio, la cual oscila entre el 12% y el 16% en los tratamientos a base de pescado podría ser debida, a que el huevo entero utilizado en nuestro estudio contiene mayor proporción de agua que la yema utilizada en el trabajo de Murcia et al. Según Yoshida et al. (1988), la mayor proporción de agua podria proteger a los triglicéridos de la oxidación durante los procesos térmicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollahi A., Rosenholtz N.S. y Garwin J.L. *J. Food Sci*, 58:663-666, 1993.
- Cherian G, Wolfe FW y Sim JS. *Poult Sci*, 75:423-431, 1996.
- Drotleff A.M. y Ternes W. *Eur. Food Res. Technol.*, 210:1-8, 1999.
- Gallo-Torres R. Obligatory role of bile for the intestinal absorption of vitamin E. *Lipids*, 5: 379-384, 1970.
- Galobart J, Barroeta AC, Baucells MD y Guardiola F. *Poult Sci*, 2001. In printing.
- Galobart J. Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. Facultat de Veterinària, 2000.
- Irmiter T.F., Dawson L.E. y Reagan J.G. *Poult Sci*, 49:1232-1236, 1970.
- Knapp HP. American Oil Chemistry society, Champaign, IL, 1991, 94-106.
- Meluzzi A.F., Sirri F., Tallarico N. y Vandi L. VIII Eur. Symp. Quality Eggs and Egg Products. Bologna, Italia, 153-159, 1999.
- Meluzzi A, Sirri F, Manfreda G, Tallarico N y Franchini A. *Poult Sci*, 79:539-545, 2000.
- Miller E.L. y Huang Y.X. 11th Eur. Symp. Quality of Poultry Meat. Tours, France, 404-411, 1993.
- Murcia M.A., Martínez-Tomé M., Cerro I., Sotillo F. y Ramírez A. J. Sci. Food Agric, 79:1550-1556, 1999.
- Vesioglu Y.S., Mazza G., Gao L. y Oomah B.D. *J Agric Food Chem*, 46:4113-4117, 1998.
- Yoshida H. y Kajimoto G. *J. Food Sci*, 53(6):1756-1760, 1988.

COMPARACIÓN DE VARIOS MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA EN CARNE DE CONEJO

Aliaga, S., Plá, M.
Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.
Camino de Vera, 14. Valencia - 46071
saalna@doctor.upv.es

INTRODUCCIÓN

La estandarización de métodos es esencial para poder comparar resultados entre laboratorios. Honikel (1998) propone las pérdidas por goteo como método de referencia para la capacidad de retención de agua (WHC) en vacuno y porcino. En conejo, sin embargo, se venden las canales enteras y además las pérdidas por goteo son muy pequeñas, por lo que parece interesante aplicar un método más adecuado a las características de esta especie. El método de Grau y Hamm (1956), en alguna de las muchas variantes con que se utiliza, puede ser el indicado. En este estudio se pretende comparar varias formas de medición de la WHC con dicho método, a fin de proponer un procedimiento que pueda ser estandarizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó a partir de datos de 60 gazapos de 9 y 11 semanas de edad según el método de compresión sobre papel de filtro (Grau y Hamm, 1956), modificado por Hoffman *et al.* (1982). De cada músculo *Longissimus dorsi* (derecho e izquierdo) y de las posiciones delantera (séptima vértebra torácica) y trasera (sexta vértebra lumbar) se tomaron muestras de 300±5 miligramos cada una con una exactitud de 0,0001 gramo, en papel de filtro Wathmann número 1 de 7 centímetros de diámetro, a las 24 horas post-mortem. Las muestras se colocaron entre dos placas de plexiglás y se les aplicó una presión de 1 kilo o 2,25 kilos o presión manual libre (realizada por dos operadores) durante un tiempo de 5 minutos, haciéndose cada determinación por duplicado. Transcurrido este tiempo se colocó una lámina de acetato milimetrado sobre la placa y se dibujaron sobre la misma los contornos de la carne y de la mancha de jugo. Los papeles de filtro fueron pesados después de despegar la carne comprimida y la WHC se expresó como % de agua libre: PRW = 100 x (Peso papel filtro mojado – peso papel filtro seco) / Peso muestra. Las áreas de los contornos de jugo (agua liberada), T, y las de carne, M, dibujadas en los acetatos fueron medidas de tres formas: (P) planímetro (método de referencia), (R) conteo de milímetros cuadrados en acetato reticulado y (A) peso de las láminas de acetato después de recortarlo por los contornos de M y T y estimando las áreas (1 miligramo corresponde 7 milímetros cuadrados para el tipo de acetato empleado). La WHC en cada caso se estimó como el cociente de (M/T)x100 (Hamm, 1986).

Se estudiaron los factores edad, lado, posición, presión y operador en cada una de las variables, estimando las medias por mínimos cuadrados mediante el programa estadístico GLM del programa SAS. Para evaluar la equivalencia de los métodos de R y A en relación al método del planímetro (P) se utilizó un modelo de regresión. Posteriormente se procedió a la comparación de estos métodos con el PRW mediante el programa estadístico GLM del programa SAS (SAS, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para todos los métodos estudiados los efectos que han resultado significativos han sido: la posición, la presión y el operador, no siendo significativa la edad del animal ni el lado. Por tanto, es necesario fijar la posición aconsejando que se tomen las muestras de la posición trasera, pues el *Longissimus dorsi* presenta unas características más homogéneas en esta posición.

Al comparar la WHC calculada a partir de los métodos de medición de la superficie se observó (tabla 1) que los valores de las medias para R y A son semejantes al valor de referencia P. Aunque hay diferencias entre ambos estas no se consideraron relevantes.

Tabla 1: Medias y errores estándar (e.e.) de la WHC obtenida por medición de la superficie con el planímetro, la retícula y el peso de acetato

	Media	e.e.
Planímetro	33,10$_{a,b}$	0,136
Retícula	33,07$_{a}$	0,136
Peso Acetato	33,46$_{b}$	0,138

a,b: distintas letras indican que existen diferencias significativas

En la tabla 2 se observan los resultados de la regresión al comparar los valores de la WHC medida con el método del peso del acetato (A) y de la retícula (R) respecto a la obtenida con el planímetro.

Tabla 2: Resultados de la regresión, de WHC obtenida por el método del planímetro sobre WHC para la retícula (R) y para el peso de acetato (A).

	b	e.e.	R^2	RSD
R	0,95	0,007	0,91	1,63
A	0,93	0,007	0,90	1,73

b: coeficiente de regresión lineal; e.e.: error estándar para b; R^2: coeficiente de determinación; RSD: desviación estándar residual

Existe una relación lineal entre las variables analizadas, con un coeficiente de regresión cercano a 1. El elevado valor del coeficiente determinación corrobora la alta similitud de los métodos propuestos respecto al de referencia, por lo que, para la elección de uno de los tres métodos deben tenerse en cuenta otros criterios, como el tiempo empleado en las mediciones o la precisión. De acuerdo con estos criterios y con los resultados obtenidos, puede recomendarse el método del recorte y pesado de las láminas de acetato debido a la mayor facilidad de realización y al menor tiempo empleado en la medición.

En la tabla 3 se ofrecen los resultados de la WHC de los métodos A y PRW, para la posición trasera del *Longissimus dorsi*. En el método que calcula el PRW se obtienen resultados notoriamente distintos para las diferentes presiones, no siéndolo tanto en el método A. Sin embargo, en este último método se observan diferencias

significativas, aunque pequeñas, entre operarios. Parece pues necesario el utilizar una presión mecánica fija y no una manual que es más variable. Pese a que la repetibilidad fue buena al utilizar en ambos métodos las dos presiones mecánicas, aconsejamos utilizar la presión de 2,25 Kg porque se obtuvo un menor número de valores anómalos que con la presión de 1kg.

Tabla 3: Medias por mínimos cuadrados, errores estándar y coeficiente de variación para: las presiones de 1kg (C1), 2,25kg (C2), y manual aplicada por el operario1 (M1) y la del operario 2 (M2), en los métodos de medición de superficie por peso de acetato (A) y el de calculo de porcentaje de agua liberada (PRW).

Métodos	Presiones	Media	e.e.	c.v.
A	C1	31,28$_{a,b}$	0,338	0,18
	C2	31,06$_{a}$	0,338	0,15
	M1	32,43$_{b}$	0,338	0,13
	M2	34,47$_{c}$	0,340	0,12
PRW	C1	26,66$_{a}$	0,263	0,15
	C2	30,72$_{b}$	0,263	0,11
	M1	46,13$_{c}$	0,263	0,09
	M2	46,36$_{c}$	0,264	0,07

e.e.(error estándar); c.v. (coeficiente de variación); a,b,c,: distintas letras indican que existen diferencias entre presiones

El método de cálculo PRW tiene la desventaja de que al realizarse con simultaneidad a la experiencia exige trabajar con rapidez a fin de evitar pérdidas por evaporación, además de evitar que queden restos de carne en el papel de filtro lo que daría lugar a errores. El método que se propone aquí es el del peso del acetato pues permite analizar los datos en cualquier momento, siendo además posible repetir las mediciones cuantas veces se desee, ya que los acetatos pueden quedar guardados. Solo hay que tener precaución a la hora de recortar las láminas.

REFERENCIAS

Grau, R. and Hamm, R. 1956. Die bestimmung der wasserbindung des fleisches mittles der premethode. *Fleischwirtsch.* **8**: 733-734.

Hamm, R. 1986. Functional properties of the miofibrilar system and their measurements. In "Muscle as Food" (Bechtel P-J., ed.). Academic Press, London.

Hoffman, K., Hamm, R. and Bluchel, E. 1982. Neues uber die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpremethode. *Fleischwirtsch.* **62**: 87-92.

Honikel, K.-O. 1998. Reference methods for assesment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* **49(4)**: 447-457.

SAS 1997. SAS/STAT. User`s Guide (Release 6.03). SAS Inst, Cary, NC.

EFECTO DE LA RAZA Y DE LA EDAD SOBRE EL PORCENTAJE DE FIBRAS MUSCULARES EN EL CONEJO : RESULTADOS PRELIMINARES.

C. Arnal y M. López
Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. C/ Miguel Servet, 177.
50013 Zaragoza

INTRODUCCION

Las razas puras de conejos apenas se utilizan para la producción de carne, y sin embargo pueden constituir una reserva genética, aunque sus características zootécnicas son poco conocidas. Con el fín de ampliar y actualizar los conocimientos globales sobre estas razas se está realizando un proyecto (RESGEN CT95-060) con la participación de varios paises europeos (Bolet et al.,2000).

El presente trabajo forma parte de dicho proyecto, y su objetivo es estudiar el porcentaje de fibras musculares tipo I y tipo II en el Biceps Femoris y Longissimus dorsi del conejo, en relación con la raza y edad de los animales. Para ello se establece una comparación entre 8 razas diferentes, alguna de las cuales se divide en dos grupos (1 y 2) según su origen. En total nos encontramos con doce grupos distintos de animales.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en 288 animales procedentes de 8 genotipos diferentes : Argenté de Champagne (AC), Vienna White (VW-1 y VW-2), Chinchilla (CH-1 y CH-2), Fauve de Bourgogne (FB), Belgian Hare (BH), English Papillon (EN-1 y EN-2) e Himalayan (HI-1 y HI-2). Se utiliza como testigo la línea INRA9077 (C77), creada en 1976 a partir de la raza New Zealand White y usada como línea control para experimentos de selección (Rochambeau, 1998).

Los animales se sacrificaron a 11 y 12 semanas de edad, después de un cebo con pienso comercial administrado ad libitum. Inmediatamente después del faenado de la canal y sin oreo previo se obtuvieron muestras de los músculos Biceps femoris (BF) y Longissimus dorsi (LD) mediante una sección transversal, perpendicular a las fibras musculares, en lugares concretos de ambos músculos, tal y como indican Lambertini et al. (1996). Las muestras, de aproximadamente 1,5 cm. de grosor, se fijaron en formol al 10% tamponado y posteriormente se incluyeron en parafina. Sobre las secciones en parafina se realizó una técnica inmunocitoquímica con anticuerpos monoclonales frente a la miosina rápida, utilizando el anticuerpo My-32 (Sigma) y el kit Vectastain ABC Reagent (Vector Laboratories), revelando las secciones con DAB. Esta técnica nos permite diferenciar en el músculo fibras que muestran inmunoreactividad intensa con My-32, que pueden clasificarse como fibras de tipo II (Havenith et al., 1990), y fibras que no muestran inmunorreactividad, que corresponderían a fibras de tipo I. En cada músculo se contaron aproximadamente mil fibras, clasificándolas en tipo I y II y expresando su número en forma de porcentaje.

Se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM (SAS, 1987), que incluía como efectos la raza, la edad de sacrificio y su interacción. En el análisis los orígenes de las razas se consideraron por separado de acuerdo con el protocolo experimental del proyecto, de modo que el efecto raza presenta 12 niveles en este estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tanto en el Biceps Femoris como en el Longissimus Dorsi se observa que el porcentaje de fibras es muy similar, existiendo en todo caso un claro predominio de las fibras de tipo II (Tabla 1). Los valores encontrados en este estudio son similares

a los señalados por otros autores para estos mismos músculos (Lambertini et al. 1996 ; Lobley et al. 1977 ; Vigneron et al. 1976).

Tabla 1 - Porcentaje de fibras según el músculo.

	Biceps	Longissimus
% Tipo I ± sd	4.91±1.82	5,03±1.75
% Tipo II ± sd	95.08±1.82	94.97±1.75

Dentro de cada músculo el efecto de los factores raza y edad es muy pequeño y la interacción no es significativa. Algunas diferencias entre razas pueden observarse en la Tabla 2, donde solamente se expresa el porcentaje de fibras de tipo I, ya que las de tipo II son complementarias.

Tabla 2- Porcentaje de fibras de tipo I según la raza (*).

	C77	AC	VW1	VW2	CH-1	CH-2	FB	BH	EN-1	EN-2	HI-1	HI-2
Biceps Tipol ±sd	5.07 ±2.0 ab	5.03 ±2.2 ab	4.03 ±1.3 a	5.65 ±1.8 b	5.36 ±3.1 ab	5.67 ±1.6 b	4.36 ±1.7 ab	4.92 ±1.6 ab	4.43 ±1.8 ab	4.44 ±0.9 ab	4.47 ±1.1 ab	5.53 ±0.9 b
Longis Tipol ±sd	5.38 ±1.7 abc	6.02 ±3.1 a	5.01 ±1.5 abc	5.26 ±1.2 abc	4.29 ±1.2 b	5.79 ±2.4 ac	4.64 ±1.4 cb	5.45 ±1.5 abc	4.71 ±1.2 abc	4.86 ±1.5 abc	4.13 ±1.1 b	4.88 ±1.3 abc

(*) Dentro de cada línea letras distintas indican diferencias significativas (P<0,05)

En el Biceps se puede ver que la raza VW-1 presenta el valor más bajo en el porcentaje de fibras de tipo I y es estadísticamente diferente de las razas VW-2, CH-2 e HI-2, que presentan los valores más altos de la muestra (Tabla 2).

En el Longissimus la raza Argenté de Champagne tiene un porcentaje de fibras de tipo I más alto que todas las demás razas, y en algunos casos esta diferencia es significativa (CH-1, FB, HI-1). El valor inferior corresponde a HI-1, que a su vez es estadísticamente diferente a CH-2. Por último, también CH-1 es estadísticamente diferente a CH-2 (Tabla 2).

Algunos autores (Lambertini et al., 1996) han señalado que la composición en fibras de los músculos en el conejo está establecida genéticamente, ya que encuentran diferencias en el porcentaje de los tipos de fibras en las razas que estudian. De nuestros resultados puede destacarse que algunas poblaciones de conejos de la misma raza pueden diferir entre sí más que razas de conejos distintas.

En relación con la edad, las únicas diferencias significativas se presentan en el músculo Longissimus de la raza Argenté de Champagne, cuyo porcentaje de fibras tipo I disminuye con la edad, y en Chinchilla-1, cuyo porcentaje por el contrario aumenta (Tabla 3).

Tabla 3- Porcentaje de fibras de Tipo I según la raza y la edad.

	C77	AC	VW1	VW2	CH-1	CH-2	FB	BH	EN-1	EN-2	HI-1	HI-2
Biceps 11sem.	5,10 ±2,0	5,25 ±1,2	4,50 ±1,7	6,26 ±2,2	4,63 ±3,0	5,53 ±1,4	3,83 ±1,0	4,51 ±1,1	3,41 ±1,2	4,65 ±1,3	4,01 ±0,4	5.63 ±1,0
Biceps 12sem.	5,03 ±2,2	4,80 ±3,1	3,56 ±0,5	5,03 ±1,2	6,08 ±3,4	5,80 ±2,0	4,88 ±2,1	5,31 ±2,2	5,45 ±1,8	4,23 ±0,4	4,91 ±1,4	5,42 ±1,0
Longis 11sem.	5,41 ±1,7	7,28 ±3,8	5,83 ±1,0	5,81 ±1,5	3,31 ±0,7	5,33 ±1,4	4,40 ±1,2	5,45 ±1,0	5,16 ±1,5	4,45 ±0,4	4,35 ±1,2	5,27 ±1,5
Longis 12sem.	5,33 ±1,8	4,75 ±1,8	4,18 ±1,6	4,70 ±0,5	5,26 ±0,7	6,25 ±3,2	4,88 ±1,6	5,45 ±1,9	4,25 ±0,8	5,26 ±2,1	3,91 ±1,0	4,48 ±0,9

Aunque Lambertini et al. (1996) estiman que la edad no influye sobre el porcentaje de fibras, otros autores como Lobley et al. (1977) observan en músculos similares al Longissimus ,que al aumentar la edad se produce una disminución de las fibras que corresponderían al tipo I . Lógicamente la disminución de fibras de tipo I con la edad se corresponde con un aumento de las fibras de tipo II, y a su vez los aumentos del porcentaje de fibras de tipo II se han relacionado con una disminución del pH muscular (Gondret y Bonneau, 1998) con todo lo que de ello deriva en las características organolépticas de la carne (mejora del tiempo de conservación, color más claro de la carne, menor retención del agua, menor terneza...). En nuestro caso este extremo podrá comprobarse cuando se haga un análisis de los datos globales del proyecto, en el que también se ha estudiado el pH de los músculos. Sin embargo, es difícil explicar por qué la raza AC sigue esta tendencia mientras que la CH-1 sigue la contraria, aunque tal vez pueda relacionarse con el formato de la raza, de peso adulto alto la primera y reducido la segunda.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BOLET, G. (Coord.), 2000. Evaluation and conservation of european rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) genetic resources. First results and inferences. *Journal of the World Rabbit Science Association*, **8** Suppl. 1, 281-315.

HAVENITH, M.G., VISSER,R., SCHRIJVERS-VAN SCHENDEL,J.M.C. and BOSMAN,F.T. 1990. Muscle fiber typing in routinely processed skeletal muscle with monoclonal antibodies. *Histochemistry*, **93**: 497-499.

GONDRET F., BONNEAU M.. 1998. Mise en place des caractéristiques du muscle chez le lapin et incidence sur la qualité de la viande.. *INRA Prod. Anim.*, **11** *(5), 335-347.*

LAMBERTINI L. , LALATTA COSTERBOSA G. , PETROSINO G., ZAGHINI G., VIGNOLA G. , BENASSI, M. C. , GATTA P. P. 1996. Caractéristiques histochimiques du muscle et pH de la viande de lapins hybrides sacrifiés à différents âges. *World Rabbit Science*, **4** *(4), 171-179*

LOBLEY G. E., WILSON A. B. AND BRUCE A. S. 1977. An estimation of the fibre type composition of eleven skeletal muscles from New Zealand White rabbits between weaning and early maturity. *J. Anat.* , **123**,2, *501-513.*

ROCHAMBEAU H. DE, 1988. Genetics of the rabbit for wool and meat production (1984-1987*). 4th Congress of the World Rabbit Science Association*, 10-14 October 1988, Budapest (Hungary). Vol "Genetics and Physiology", pp. 1-68.

SAS Institute Inc., 1987, SAS/STAT . Guide for Personal Computers, Version 6 Edition. SAS Institute Inc., Cary. NC.

VIGNERON P., BACOU F. , and ASHMORE C.R. 1976. Distribution heterogeneity of muscle fiber types in the rabbit *Longissimus* muscle . *J. Anim. Sci.*, **43** (5), 985-988.

VALIDACIÓN DE LA TRAZABILIDAD MEDIANTE MARCADORES DE ADN DE LA CARNE DE VACUNO

Alfonso, L., Soret, B., Arana, A.
Dpto. Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. 31006 Pamplona

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la demanda de la certificación de los productos cárnicos ha ido en aumento tanto por parte de los consumidores (por razones de seguridad alimentaria percibida) como por parte de los ganaderos (por razones de diferenciación frente a un mercado único). En el contexto actual del sector cárnico vacuno, marcado por la EEB (encefalopatía espongiforme bovina), la certificación cobra una especial relevancia. Uno de los puntos críticos es la necesidad de emplear importantes recursos económicos y humanos para asegurar la trazabilidad de la carne hasta el punto de venta mediante sistemas de etiquetado.

La utilización de técnicas basadas en el análisis de ADN se ha mostrado, en distintos trabajos, como una herramienta útil al permitir una trazabilidad individual completa con una elevadísima fiabilidad (Arana et al., 2000; Cunningham et al., 1999; San Cristobal-Gaudy et al., 2000). El método se basa en la comparación de los perfiles alélicos de dos muestras que supuestamente provienen de un mismo animal, y en su evaluación se han considerado, en esos trabajos, situaciones genéticamente "favorables" para la aplicación de las técnicas de ADN al suponer la existencia de una única raza implicada y ausencia de relación de parentesco entre los animales comercializados. El objetivo de este trabajo es analizar la robustez que presentan esas técnicas cuando se incumplen esos supuestos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Partiendo de la estructura de la certificación "Ternera de Navarra" y las características genéticas de la raza Pirenaica, principal raza implicada en esa certificación, para un conjunto de 10 marcadores de ADN (Arana et al., 2000), se simularon varios supuestos en cuanto a número de orígenes genéticos y relaciones de parentesco entre los terneros sacrificados.

Respecto a los orígenes genéticos se asumió que la carne comercializada podía proceder de más de una raza y de sus cruces, y que además esas razas podían estar genéticamente muy separadas o próximas. Respecto a la relación de parentesco entre los animales de los que procedía la carne comercializada se asumió que en su obtención había participado distinto número de toros, de forma que variase la probabilidad de contrastar muestras de carne de animales con un mismo padre.

La simulación se basó en generar 800 animales bajo los supuestos genéticos mencionados, asumir que un 2% de esos animales se comercializaban adicionalmente de forma fraudulenta, muestrear un 10% de las canales a nivel de matadero y punto de venta, y contrastar sus perfiles alélicos tal como se haría tras el análisis molecular de ADN en laboratorio. En la Tabla 1 se resumen las situaciones consideradas. Cada situación se simuló un total de 1000 veces y tras ello se calculó

el porcentaje de animales fraudulentos que no se detectarían al utilizar distinto número de marcadores.

Tabla 1 - Situaciones consideradas en las simulaciones realizadas para validar la fiabilidad de las técnicas de ADN en la trazabilidad individual de la carne de vacuno.

Variable	*Situación (*)*	*Nº de razas*	*Nº de toros (**)*
Origen genético	go1	1	10
	go2	2 (razas próximas)	10
	go3	2 (razas separadas)	10
	go4	2 (razas próximas) + cruce	10
	go5	2 (razas separadas) + cruce	10
Parentesco entre Animales	nm1	1	1
	nm2	1	10
	nm3	1	25
	nm4	1	50

(*) go: origen genético; nm: número de machos.
(**) Se asume que cada toro deja el mismo número de hijos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación de los perfiles alélicos de muestras de distintos animales permiten trazar su origen perfectamente cuando se usa un mínimo de 8 marcadores moleculares de ADN (Figuras 1 y 2). Por debajo de este número es posible confundir muestras procedentes de distintos animales, por lo que la posibilidad de no controlar posibles fraudes en la comercialización de piezas de carne es importante. Esa confusión es relativamente baja por el hecho de existir más de una raza implicada, pero puede ser importante si se utilizan pocos marcadores y el conjunto de animales comercializados tiene una importante relación de parentesco.

Los resultados obtenidos ratifican los obtenidos previamente tanto a nivel teórico como con muestras procedentes de la certificación "Ternera de Navarra" (Arana et al., 2000). La utilización de un mínimo de 8 marcadores de ADN, suficientemente informativos como los simulados, parece necesaria para la aplicación práctica del procedimiento.

Aunque es deseable conocer la estructura genética de las poblaciones de las que proceden los animales comercializados bajo una Certificación para establecer un sistema de trazabilidad basado en marcadores de ADN, usando 10 marcadores de ADN se pueden distinguir perfectamente los animales comercializados aun cuando exista más de una raza implicada y los animales procedan de apareamientos con un número limitado de toros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arana, A., Alfonso, L. Soret, B., Lasa, I. Zaragoza, P. (2000) Proc. International Congress on Authenticity of Species in Meat and Seafood Products, Vigo (Spain), 18-20 Sept.

Cunningham E.P., Meghen, C., Scott, C., Bradley, D.G., MacHugh, D.E., Loftus, R.T. (1999) Symposium "New Developments in Guaranteeing the Optimal Sensory Quality of Meat", Madrid (Spain), 5-7 Mayo

San Cristobal-Gaudy, M., Renard, G., Amigues, Y., Boscher, M.-Y., Levéziel, H., Bibé, B. (2000). INRA Prod. Anim., 13(4):269-276

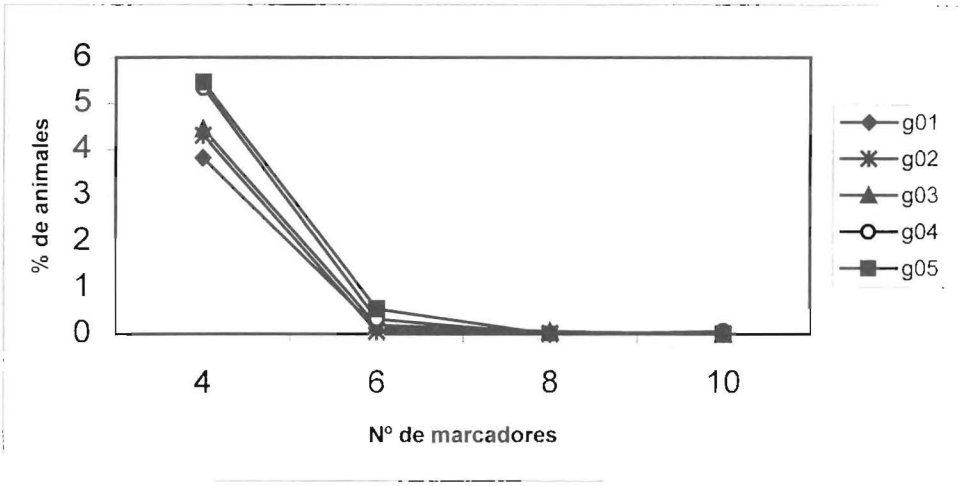


Figura 1 – Porcentaje de animales fraudulentos no detectados al considerar distintos orígenes genéticos y número de marcadores de ADN

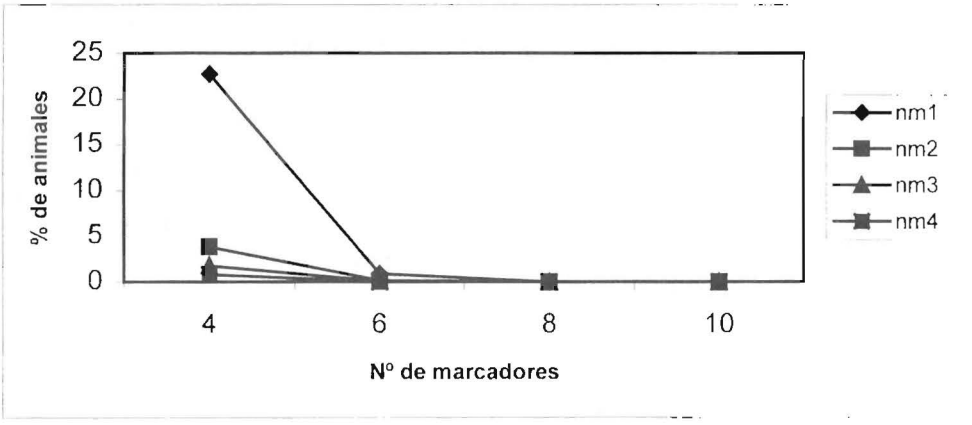


Figura 2 – Porcentaje de animales fraudulentos no detectados al considerar distintos grados de relación de parentesco entre animales y número de marcadores de ADN

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y FRAUDES: IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES EN ALIMENTOS MEDIANTE RAPD-PCR.

Calvo, J.H., Osta, R., Zaragoza,P.

Laboratorio de Genética Bioquímica y Grupos Sanguíneos. Facultad de Veterinaria. C/ Miguel Servet 177. 50013-Zaragoza

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria alimentaria y todos los campos relacionados con la misma están incrementando su importancia. A esta situación hay que añadir la exigencia, por parte de los consumidores, de una mejor presentación y etiquetado de los productos elaborados y frescos (conservas, ahumados, productos semielaborados...) además de una máxima seguridad higiénica. Esta máxima seguridad conlleva una calidad más alta de los productos que se demandan por parte del mercado. Para finalizar los consumidores exigen, cada vez más, la autenticidad de los alimentos que van a consumir, de forma que el origen y el etiquetado de estos productos correspondan con la composición del producto (quesos, patés, salchichas, embutidos, hamburguesas...). Ante estas situaciones se han desarrollado una serie de técnicas para identificar las especies animales, con el objetivo de evitar fraudes de sustitución de una especie de mayor valor económico por otra de menor valor económico, y la detección de especies que pueden presentar problemas sanitarios como es en la actualidad los productos bovinos debido a la encefalopatía espongiforme bovina (BSE). La utilización de algunas técnicas actuales presentan el problema de ser lentas y caras, y además no se pueden aplicar a productos que hayan sido sometidos a tratamiento térmico u otros tipos de procesados, como son los curados. Para evitar estos problemas en la actualidad se están poniendo a punto técnicas basadas en el análisis de ADN, con la finalidad de desarrollar métodos más sensibles y aplicables a todos los productos. Por las razones anteriormente expuestas, se intenta conseguir con este trabajo el desarrollo de una metodología más sencilla, eficaz y económica que nos permita resolver los problemas antes expuestos. La técnica RAPD-PCR se presenta como candidata para la discriminación de distintas especies filogenéticamente cercanas (Lee y Chang, 1994).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio de la especificidad de la técnica se realizó en muestras de sangre y de músculo de cerdo, pato, pavo, pollo, caprino (10 de cada especie), además de 15 muestras de ovino y 45 de bovino. La extracción de ADN se realizó utilizando la técnica descrita por Lahiri et al. (1992) para las muestras de sangre y el protocolo de Sambrook et al. (1989) para las muestras de músculo.

La pareja de cebadores utilizada para la RAPD-PCR fue diseñada según Calvo et al. (2000a).

Las amplificaciones fueron llevadas a cabo en un volumen de 50µl, con las condiciones de amplificación descritas por Calvo et al. (2000c). La visualización de los resultados se realizó mediante electroforesis en gel de agarosa al 2% teñido con bromuro de etidio y bajo la luz ultravioleta.

La sensibilidad de la técnica se realizó mediante diluciones de ADN en cada una de las especies estudiadas, con una cantidad de ADN de 250, 100, 50, 25, 10 y 5 pg/µl.

Por último se testó la capacidad de la técnica para reproducir los resultados en productos alimenticios. Para este fin se utilizaron 30 patés (10 de cerdo, 10 de pato, 6 de cerdo-pato, 3 de oca y 1 de aves), y 25 quesos (6 de vaca, 4 de oveja, 4 de cabra, 4 de vaca-oveja, 3 de vaca-cabra, 1 de oveja-cabra, 3 de vaca-cabra-oveja). Para la extracción de ADN de patés se utilizó la metodología expuesta por Sambrook et al. (1989). Para la extracción de ADN de quesos se utilizó el protocolo descrito por Calvo et al. (2000b) El ADN extraído se disolvió en TE. [Tris (10 mM) – EDTA (1.0 mM), pH 7.5]. Las condiciones de amplificación y electroforesis fueron las mismas que en el caso de las muestras de sangre y músculo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la realización del RAPD-PCR, los perfiles obtenidos fueron analizados visualmente, siendo reproducibles en todas las muestras testadas bajo las mismas condiciones. Los cebadores utilizados mostraron un perfil específico para cada una de las especies estudiadas. Por ejemplo, en los rumiantes aparecen dos bandas específicas en bovino de 290 y 310 pb, una de 750 en ovino y de 340 en caprino, apareciendo otros perfiles específicos para cada una de las especies estudiadas.

Tras realizar las diluciones de ADN, se detectó en las especies porcina, pollo, pato y pavo hasta una dilución de 1/1000 y en las especies ovina, caprina y bovina hasta una dilución 1/10000.

En cuanto a la identificación de especies en distintas matrices alimenticias, Rossen et al. (1992) consideran la extracción de ADN de quesos y otras matrices alimenticias como un problema en el momento de utilizar ese ADN como diana en un PCR. En las condiciones de nuestra experiencia con los métodos de extracción de ADN utilizados obtuvimos un ADN de calidad, para utilizarlo en la RAPD-PCR.

Los perfiles obtenidos para cada una de las especies, mostraron el mismo patrón que en el caso de las muestras de sangre. Quesos y patés compuestos por más de una especie, mostraron la suma de los perfiles individuales de esas especies. Por ejemplo, en un queso mezcla de vaca y oveja, se detectaron las bandas específicas de bovino (290 y 310 pb) y de ovino (750 pb).

Por último, destacar que en el caso de los patés se detectaron fraudes por introducción de cerdo y pollo en patés etiquetados como puros de pato.

Como conclusión, el método RAPD-PCR descrito resulta idóneo para la detección de fraudes económicos por sustitución de especies de alto valor económico por otras de menor valor económico. Además, de ser útil para la detección de fraudes sociales por introducción de productos animales en alimentos destinados a vegetarianos y naturistas, y fraudes sanitarios como por ejemplo la encefalopatía espongiforme bovina que hace que determinados grupos de población no quieran consumir productos bovinos. Por último, es interesante destacar los fraudes según creencias religiosas por las cuales Judíos y Árabes no desean consumir productos que contengan cerdo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calvo, J.H., Osta, R. y Zaragoza, P. Método para la búsqueda de marcadores de ADN altamente repetidos en el genoma mediante amplificación al azar. Febrero 2000a. España. P200000838.

- Calvo J. H., Osta R., Zarazaga I. y Zaragoza P. (2000b). DNA Fingerprinting for Detection of Bovine, Ovine and Caprine Cheese. Journal of Dairy Research. (enviado).

- Calvo, J.H., Zaragoza, P. y Osta, R. (2000c). Random Amplified Polymorphic DNA Fingerprints for Identification of Pâté Poultry Species. Poultry Science. (en prensa).
- Lahiri, D,K., Bye, S., Nurnberger, J.I. Jr, Hodes, M.E. y Crisp, M. (1992).A non-organic and non-enzymatic extraction method gives higher yields of genomic ADN from whole blood samples than do nine otner methods tested. J. Biochem. Methods, 25 (4): 193-202.
- Lee, J.C.y Chang, J.G. (1994). Random amplified polymorphic DNA polymerase chain reaction (RAPD-PCR) fingerprints in forensic species identification. Forensic Sci. Int., 67 (2): 103-107.
- Rossen, L., Norskov, P., Holmstrom, K. y Rasmussen, O.F. (1992). Inhibition of PCR by components of food samples, microbial diagnostic assays and DNA extractions solutions. Int. J. Food Mocrobiol.,17: 37-45.

- Sambrook, J, Fritsch, E.F. y Maniatis, T. (1989). Molecular cloning. Cold Spring Harbor Laboratory, New York.

EFECTO DEL EMPACADO AL VACIO SOBRE EL pH, NUMERO DE LACTOBACILLUS, COLIFORMES Y E. COLI. EN CARNES MOLIDAS DE RES

Jorge Ruiz, , Yasmina Barboza, Lissette Bustillo, Kena Ferrer, Rafael Román y Enrique Márquez

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia- Venezuela. E-mail: jruiz@luz.ve

INTRODUCCIÓN

EL uso del empaque al vacío se ha popularizado como una técnica que acompaña el proceso de maduración de las carnes, esta última se utiliza por su efecto ablandador sobre las mismas. El proceso consiste en empacar las carnes al vacío y dejarla en refrigeración (0-2°C) por un periodo entre 7 y 21 días.

Ciertos investigadores (Labadie, 1999) estudiaron el efecto modificador del empacado al vacío en la obtención de una flora especifica y demostraron que la carne empacada al vacio tiene un efecto directo sobre el crecimiento bacteriano. Debido a la cantidad limitada de oxigeno y la baja temperatura producen un efecto inhibidor sobre las bacterias y son las bacterias ácido lácticas las únicas que producen poblaciones destacadas, (por lo menos 10^7 ufc/cm^2). Este número es importante para iniciar un proceso de fermentación en un escenario propicio. Por lo que, el empacado al vacío podría servir de técnica para sustituir los cultivos iniciadores en la elaboración y producción de productos cárnicos fermentados.

Con el propósito de reducir costos en la elaboración de productos cárnicos fermentados se ha trabajado utilizando un medio a base de plasma sanguíneo para aislar y propagar cepas de *Lactobacillus plantarum* (Ruiz et al., 2000) y otra alternativa es la utilización de carnes empacadas al vacío.

Por lo antes expuesto se planificó esta investigación que persigue como objetivos: 1) Determinar el tiempo optimo de empacado al vacío de la carne molida de res basándose en el número de Lactobacillus presentes en ella, 2) comparar la carne molida empacada al vacío en el tiempo óptimo y la carne molida congelada durante el mismo periodo de tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se realizaron dos experimentos utilizando carne molida de res. En el primero, se determinó el efecto del tiempo (semanas) sobre el numero de *Lactobacillus* presente en carne molida empacada al vacío y en el segundo se comparó el pH, numero de *Lactobacillus,* coliformes *y E. coli,* en carne molida empacada al vacío por 14 días y carne molida congelada durante el mismo periodo de tiempo.

Para el primer experimento, se utilizaron carnes de seis (6) canales de bovinos castrados (Novillos) y para el segundo se utilizaron cinco (5) canales clasificadas en la categoría A, según el Decreto 181 de clasificación de canales bovinas en Venezuela. Posteriormente a las 24 horas postmortem, estas canales fueron transportadas en cavas al Centro Cárnico del Parque Tecnológico Universitario de la Universidad del Zulia (CCPTULUZ), donde fueron despostadas y sus cortes identificados según la Comisión Venezolana de Normas Industriales.

Para el estudio se escogió el corte denominado Paleta el cual esta conformado por los músculos: Deltoides, Infraespinosos, Coracobraquial, Redondo mayor y Menor. La carne se molió usando un molino previsto de un disco de 1,5 cm de diámetro. Posteriormente se empacó al vacio y se almacenó en refrigeración a 2 °C durante 21 días. A los 0, 7, 14 y 21 días se procedió a determinar el número de *Lactobacillus* utilizándose el medio (MRS, 1960), incubado por 48 horas a 37 °C en condiciones microaerofilicas (5-10% de CO_2). Transcurrido éste tiempo se contaron

las colonias cuyas características sugerían ser acidolácticas, lo cual fue comprobado por análisis microbiológicas y catalogadas como *Lactobacillus* (Merck, 1994).

Una vez determinado el tiempo optimo de empacado de la carne molida, para obtener el máximo número de *Lactobacillus, s*e procedió a comparar el pH, número de *Lactobacillus*, (MRS, 1960), coliformes y *E. coli* (placas Petrifilm 3M), entre las carnes molida: empacada al vacío por 14 días y la congelada durante el mismo periodo de tiempo (Experimento 2). La mitad de la carne molida, se empacó en bolsas plásticas y posteriormente fue congelada a -20°C. La otra mitad fue empacada al vacío y refrigerada a 2°C por 14 días.

El modelo matemático del primer experimento fue el correspondiente a un diseño completamente al azar. En el segundo experimento, se realizó una prueba de t, para comparar dos (2) medias independientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presentan las medias obtenidas en el experimento 1, estos corresponden al efecto del tiempo del empacado al vacío de carnes molida de res, sobre el crecimiento de los *Lactobacillus,* este ultimo expresados en logaritmo de ufc/g. En ella se observan diferencias altamente significativas del tiempo de empacado sobre el crecimiento de los *Lactobacillus* ($P<0,01$). Estos crecen a medida que se prolonga el tiempo de empacado al vacío hasta los 14 días se estabiliza el crecimiento. Similar comportamiento fue observado por Ordoñez et al., 1998. Quienes reportaron que el recuento total de microorganismo viables en la carne empacada al vacío aumenta continuamente desde el inicio del periodo de conservación, pero después de 20 días, la tasa de crecimiento se estabiliza.

Los resultados demuestran el efecto modificador del empacado al vacío sobre la microflora, coincidiendo con los reportados por Ordoñez et al., 1998; Labadie, 1999, en investigaciones previas quienes reportaron que las bacterias ácido lácticas son las únicas que producen poblaciones destacadas cuando las carnes son empacadas al vacío.

Debido al comportamiento observado, se seleccionó como tiempo optimo de empacado al vacío, un periodo de 14 días, ya que el numero de Lactobacillus en este tiempo no se diferenció significativamente del obtenido a los 21 días, no justificándose por este motivo seguir con la carne empacada por mas tiempo, ya que esto incrementaría los costos en la fabricación del producto fermentado.

La tabla 2 se muestran las medias y los errores típicos para el pH y logaritmo del numero de *Lactobacillus* obtenidos en el segundo experimento. La comparación de estas medias mediante prueba de t, demostraron diferencias significativas ($P< 0,01$) para pH y numero de *Lactobacillus*.. Las carnes empacadas al vacío mostraron medias de pH menor y logaritmo del numero de *Lactobacillus* mayor que las carnes congeladas. Esto debido probablemente al efecto modificador del empaque al vacío sobre la microflora bacteriana de estas carnes, provocando un mayor crecimiento de los Lactobacillus (Ordoñez et al., 1998; Labadie, 1999) lo cual se acompaña con la formación de ácido láctico principalmente y la consecuente caída del pH (Molly et al., 1996).

Estos resultados demuestran, unas de las ventajas que puede ofrecer el empacado de las carnes al vacío, ya que las condiciones observadas en estas, favorece su utilización en la elaboración de productos cárnicos fermentados, donde la caída del pH y el numero de *Lactobacillus* presentes, juegan un papel primordial en la textura y también en el desarrollo del sabor. Además de un efecto preservativo, resultando en un incremento de la vida útil del producto transformado. (Hugas, 1998)

Otros resultados determinaron que la carne empacada al vacío no presentó ni *E coli,* ni coliformes, mientras que la carne molida congelada no presento *E. coli*, pero si coliformes siendo la media obtenida, log 2.8 ufc/g.

Estos resultados pueden deberse a que el empacado al vacío prolonga la vida útil de la carne al inhibir el crecimiento de la flora psicotrofa Gram negativa, principal responsable de la alteración de estos alimentos cuando se mantiene en aerobiosis bajo refrigeración (Ordoñez et al., 1998). Además, los *Lactobacillus* que crecen en la carne causan interferencia microbial sobre bacterias patógena a través de distintos mecanismo tales como competencia de nutrientes y oxigeno, competencia por sitios de adhesión y por la producción de una amplia gama de sustancias inhibitorias, principalmente ácido láctico (Juven et al., 1992; Hugas, 1998).

TABLA 1

MEDIAS CORRESPONDIENTES AL NÚMERO DE *LACTOBACILLUS* EN CARNES EMPACADAS AL VACÍO SEGÚN EL TIEMPO.

Días	Medias ± Error Típico (logaritmo)
0	3,84 ± 0,15 [a]
7	5,18 ± 0,15 [b]
14	6,18 ± 0,16 [c]
21	6,50 ± 0,16 [c]

[a,b,c] Medias marcadas con letras diferentes difieren estadísticamente (P<0,01)

TABLA 2

MEDIAS DE PH, Y *LACTOBACILLUS* EN CARNE MOLIDA EMPACADA AL VACÍO POR 14 DÍAS Y EN CARNE MOLIDA CONGELADA DURANTE 14 DÍAS.

Tratamientos	PH	*Lactobacillus**
	Medias ± Error Típico	Medias ± Error Típico
Carnes Empacadas al vacío	5,55 ± 0,05 [a]	5,58 ± 0,39 [a]
Carne Molida Congelada	5,80 ± 0,05 [b]	3,05 ± 0,43 [b]

[a,b] Medias marcadas con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente (P<0,01)

*Expresado en log ufc/g.

BIBLIOGRAFÍA

De Man J, Rogosa M, Sharpe M. 1960. J. Applied Bacteriol. 23: 130 – 135.

Hugas. M. 1998.Meat Science, 49, S139–S150.

Juven, J. Schved, F. & Lindner, P. 1992. Journal of food protection 55, 157-161.

Labadie, J. 1999.Meat Science, 52, 299-305.

Merck. 1994.Manual de Medios de Cultivo. Alemania. pp. 140.

Molly, Demeyer, D., Civera, T. & Verplaeste, A. 1996. Meat science. 43, 235-244.

Ordoñez, Juan (edit), Cambero, Maria., Fernández, Leónides., García, María., García, Gomzalo., De la Hoz, Lorenzo. & Selgas, María. 1998.Tecnología de los alimentos. Volumen II Alimentos de origen animal. Editorial Síntesis, S.A. Madrid – España. 230 –237.

Ruiz, R. Jorge; Barboza Yasmina; Briñez Wilfido; Román Rafael; Isea William & Márquez Enrique. 2000. Proceedings 46th International Congress of Meat Science and Technology. Buenos Aires-Argentina .

ELABORACIÓN DE PRODUCTOS FERMENTADOS UTILIZANDO CARNES EMPACADAS AL VACÍO

Jorge Ruiz, Enrique Márquez, Yasmina Barboza y Rafael Román Bravo Facultad de Cs Veterinarias, Universidad del Zulia- Venezuela. E-mail: jruiz@luz.ve

INTRODUCCIÓN

La elaboración de productos cárnicos fermentados ha planteado siempre problemas al fabricante. Al emplear cultivos iniciadores bacterianos en la fabricación de embutidos crudos, el tiempo de elaboración resulta notablemente disminuido.

El uso del empaque al vacío se ha popularizado como una técnica que acompaña el proceso de maduración de las carnes, esta última se utiliza por su efecto ablandador sobre las mismas. Sin embargo esta técnica provoca un efecto modificador en la microflora cárnica, debido a la cantidad limitada de oxigeno y la baja temperatura, siendo las bacterias ácido lácticas las únicas que producen poblaciones destacadas, por lo menos 10^7 ufc/cm^2. Este número es importante para iniciar un proceso de fermentación en un escenario propicio. Por lo que, el empacado al vacío podría servir de técnica para sustituir los cultivos iniciadores en la elaboración y producción de productos cárnicos fermentados.

Por lo antes expuesto se planificó esta investigación que persigue como objetivos: 1) evaluar la eficiencia de las carnes empacadas al vacío en la elaboración de productos cárnicos fermentados, 2) comparar estos productos con aquellos elaborados con o sin agregado de cultivo iniciador, en cuanto a pH, pérdidas de peso durante la fermentación (PPF) y pérdidas por cocción (PC).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron carnes de cinco (5) canales de bovinos castrados (Novillos). A las 24 horas postmortem, estas canales fueron transportadas en cavas al Centro Cárnico del Parque Tecnológico Universitario de la Universidad del Zulia (CCPTLUZ), donde fueron despostadas y sus cortes identificados según la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN 792-82). Posteriormente la paleta fue molida a través de un plato de 1,5 cm de diámetro, la mitad de la carne molida, se empacó en bolsas plásticas y posteriormente fue congelada a -20°C. La otra mitad fue empacada al vacío y refrigerada a 2°C por 14 días ya que investigaciones previas determinaron que catorce días (14) era el tiempo optimo de empacado de la carne molida de paleta para obtener el máximo número de *Lactobacillus.*

La formulación y preparación de los productos cárnicos fermentados se realizó en el CCPTULUZ. De la carne molida de paleta se elaboraron tres productos cárnicos, el primero se hizo con carne molida previamente congelada (CMPC), el segundo con carne molida empacada al vacío durante 14 días (CMEAV) y el tercero con carne molida previamente congelada más cultivo iniciador(CMPCCI) el cual correspondió a una cepa *Lactobacillus plantarum,* adicionándose el cultivo en una dosis de 2ml de cultivo / kg de producto a elaborar. Los productos cárnicos fermentados semisecos (Chorizos fermentados) se elaboraron, para que tuviesen un 30% de grasa de cerdo; 2,5% de sal, 2,0% de azúcar; 0,008% de nitrito; 0,048% de ácido ascórbico; 0,4% de pimienta negra; 0,2% de orégano; 0,25% de cebolla y 0,25% de ajo.

Los productos cárnicos se llevaron a una cava de maduración por un periodo de 24 o 48 horas según fuese el caso a 16 °C. Ensayos previos habían demostrados que tiempos de maduración de 72 horas con CMEAV durante 14 días eran iguales al obtenido a las 48 h. Transcurrido el tiempo de fermentación especifico, los productos fueron cocinados hasta una temperatura interna de 65 °C.

Una vez obtenidas las mediciones, el procedimiento para la determinación del tamaño muestral, se realizó siguiendo el procedimiento sugerido por Martin (1997). El modelo matemático fue el correspondiente a un diseño completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran las medias correspondientes a pH, PPF y PC de los diferentes productos cárnicos fermentados. Estas demostraron diferencias altamente significativas en cuanto a pH ($P<0,01$), PC ($P=0,02$) y no existieron diferencias estadísticas PPF, entre los distintos tratamientos. Los productos fermentados elaborados con la CMEAV mostraron valores de pH más bajos en comparación con los elaborados con la CMPG y la CMPCCI. Esto pudiera deberse al hecho que la CMEAV al inicio, ya contaba con pH mas bajo que la CMPC y que a pesar de agregarle cultivo iniciador a la CMPC, el pH de esta bajó, pero no llegó a igualar al de los productos fermentados elaborados con la CMEAV. Los productos elaborados con la CMPCCI obtuvieron valores de pH mas bajos que los productos hechos con CMPC. Este bajo valor de pH, facilita el proceso de fermentación controlando las otras variables, tales como, temperatura de fermentación, sales, etc. Las PC fueron afectadas por los tratamientos. Los productos fermentados elaborados con CMPC mostraron menores PC, diferenciándose estadísticamente de los otros tratamientos ($P<0,05$). Este comportamiento pudo deberse a que estas carnes presentaron los valores de pH mas altos, lo cual aleja del punto isoeléctrico a las proteínas miofibrilares, provocando una mayor capacidad de retención de agua.

En la Tabla 2 se observan las medias correspondientes a pH, PPF y PC de los diferentes productos cárnicos fermentados durante el proceso que involucro 24 y 48 h. El tiempo de fermentación influyó en el pH, las PPF y las pérdidas de peso por cocción ($P<0,01$). A medida que se prolongaba el tiempo de fermentación, el pH disminuía, mientras que la PPF y la PC se incrementaban independientemente del tratamiento utilizado. La disminución del pH a medida que se prolonga el tiempo de fermentación, se debe a la acción de los microorganismos (*Lactobacillus*) sobre los azucares presentes en el producto, dando como resultado la producción de ácido láctico con la consecuente caída del pH (Rust, 1994; Zalacain et al., 1995; Molly et al., 1996). Esta disminución del pH lo acerca al punto isoeléctrico de las proteínas cárnicas, punto donde existe la menor solubilidad de las proteínas, traduciéndose en una menor capacidad de retención de agua evidenciándose en una mayor pérdida de peso durante la fermentación y por cocción a las 48 h de fermentación en comparación a los valores obtenidos a las 24 h.

En la Tabla 3 se presentan las medias y errores típicos para la interacción entre los tratamientos y el tiempo de fermentación para las variables pH, PPF y PC. El pH fue la única variable donde esta interacción resultó ser significativa ($P<0,01$). Los productos elaborados con CMPCCI y los elaborados con CMPC mostraron los pH mas altos a las 24 h de fermentación diferenciándose estadísticamente de los productos elaborados con CMEAV por 14 días, el cual presentó un pH de 5,18.

Este comportamiento se debe probablemente a que la CMEAV presentaba un pH menor y mayor cantidad de *Lactobacillus* que la CMPC, presentando los productos elaborados con esta, valores de pH menores a las 24 h e incluso a las 48 h de fermentación. Los productos elaborados con CMPCCI presentaron valores de pH similares a los productos elaborados con CMPC, esto se debe probablemente a que el cultivo iniciador agregado, a las 24 h aún se encontraba en fase de adaptación, ya que pasaba de un medio de cultivo (caldo MRS) a otro (carne), esto queda evidenciado a las 48 h donde los productos cárnicos elaborados con CMPCCI presentaron medias de pH inferiores a los obtenidos por los productos elaborados

con CMPC. Sin embargo, este no bajó lo suficiente para alcanzar los valores obtenidos por los productos elaborados con CMEAV durante 14 días, valor de pH considerado normal para estos productos (Zalacain et al., 1995).

TABLA 1

MEDIAS ± ERRORES TIPICOS CORRESPONDIENTES A pH, PPF Y PC DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS FERMENTADOS

Productos Cárnicos Fermentados	pH Medias ± ET	PPF % Medias ± ET	PC % Medias ± ET*
CMPCCI	5,40 ± 0,029[b]	7,56 ± 2,12	35,25 ± 1,71[a]
CMPC	5,50 ± 0,025[a]	4,10 ± 1,84	28,39 ± 1,48[b]
CMEAV	5,07 ± 0,025[c]	2,70 ± 1,84	32,55 ± 1,48[a]

[a,b] Medias marcadas con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente (P<0,01)

* P = 0,02

TABLA 2

MEDIAS ± ERRORES TIPICOS OBTENIDAS PARA pH, PPF Y PC EN LOS PRODUCTOS CÁRNICOS FERMENTADOS A 16 °C

Tiempo de Fermentación (h)	pH Medias ± ET	PPF % Medias ± ET	PC % Medias ± ET
24	5,45 ± 0,02[a]	2,35 ± 1,58[a]	29,71 ± 1,28[a]
48	5,19 ± 0,02[b]	7,20 ± 1,58[b]	34,41 ± 1,28[b]

[a,b] Medias marcadas con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente (P<0,01)

TABLA 3

MEDIAS ± ERRORES TIPICOS PARA LA INTERACCIÓN ENTRE LOS TRATAMIENTOS Y TIEMPO DE FERMENTACIÓN.

Tratamiento	Tiempo (h)	pH Medias ± ET	PPF% Medias ± E T	PC% Medias ± E T
CMPCCI	24	5,59 ± 0,04[a]	3,68 ± 3,00	35,33±2.42
CMPCCI	48	5,22 ± 0,04[c]	11,43 ± 3,00	40,17±2.42
CMPC	24	5,59 ± 0,04[a]	1,85 ± 2,60	29,02±2.10
CMPC	48	5,40 ± 0,04[b]	6,36 ± 2.60	27,75±2.10
CMEAV	24	5,18 ± 0,04[c]	1,53 ±2.60	29,77±2.10
CMEAV	48	4,96 ± 0,04[d]	3,86 ±2.60	35,33±2.10

[a,b] Medias marcadas con letras diferentes en una misma columna difieren estadísticamente (P<0,01)

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN 792-82). 1982. Carne de bovino. Definición e identificación de las piezas de una canal.

Martín, Frank G. 1995. Statistical Design and Analysis. Notes for STA 6209. Design and Analysis of Experiments. University copy center. Class notes, 2-4 a 2-7. University of Florida.

Molly, Demeyer, D., Civera, T. & Verplaeste, A. 1996. Meat science. 43, 235-244.

Rust, R. 1994. Productos embutidos. En: Ciencia de la carne y de los productos cárnicos.. Price J. & Schweiger B. S. (ed.). Pp.:415-440.

Zalacain, I., Zapelena, M., Astiasarán, I. & Bello, J. 1995. Meat science 40, 55-61.

CLASIFICACIÓN DE CANALES BOVINAS: DISTRIBUCIÓN DE CLASES

Fàbregas X.*, Such X.**
*Camí de Can Major 78. 08190 Valldoreix. fabregas@retemail.es
**Facultat de Veterinària. U.A.B. 08193 Bellaterra

INTRODUCCIÓN

El sector de la carne de vacuno está regulado por el Reglamento (R) CE Nº 1254/1999 que establece su organización común de mercados. Los sistemas de clasificación de canales permiten aplicar las medidas de ordenación de los sectores de producción de carne establecidas en las distintas OCM. Estos sistemas son también un instrumento básico para la normalización y la transparencia en las transacciones comerciales en el mercado único. La clasificación de canales de vacunos pesados (de peso vivo mayor de 300 Kg) es obligatoria en la UE desde 1991 y permite valorar objetivamente la calidad de la canal, pero no incluye directamente ningún criterio de calidad de la carne. Es el llamado modelo comunitario SEUROP, que agrupa las canales según la categoría (que dependen de la edad y del sexo de los animales), la clase de conformación y el grado de engrasamiento.

El objetivo de este trabajo es analizar la clasificación realizada en ganado bovino sacrificado en un matadero frigorífico de servicios del área metropolitana de Barcelona.

MATERIAL Y MÉTODOS

La clasificación fue realizada por el clasificador del matadero, experto formado y autorizado por la autoridad competente. La metodología de clasificación aplicada es la referida en los R CEE 1208/81, 2930/81, 1026/91 y 2237/91. Para la conformación se utilizan 6 clases (SEUROP), que para los cálculos estadísticos se transforman en valores numéricos (6 a 1), y para el engrasamiento 5 grados (1 a 5).

De las notas de peso obtenidas en la matanza, se han escogido al azar 274 partidas, los datos de las cuales se han procesado estadísticamente con el paquete SAS (1996), realizando el test de comparación de medias de Student-Newman-Keuls. Estas partidas fueron sacrificadas entre noviembre de 1992 y mayo de 1993 y comprenden un total de 1998 canales.

En este matadero se sacrifican básicamente terneros machos y hembras menores de 12 meses (categorías A y E), de aptitud cárnica, lechera, mixta y/o cruces industriales, procedentes en su mayoría de cebaderos ubicados en Catalunya. También se faenan vacas de carnicería (categoría D) y algunos novillos y toros (categoría B).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mataderos de servicios son los que presentan una mayor variabilidad en los tipos de animales sacrificados, al llegar ganado procedente de los más diversos ganaderos y entradores. A su vez, las canales son faenadas para abastecedores distintos, que realizan diferentes tipos de ventas, en función de variadas y determinadas demandas comerciales.

Los resultados de las medias del PCC, de la conformación y del engrasamiento para cada categoría (A, E y D) aparecen en la Tabla 1. Las medias generales indican un mayor PCC en la categoría D (322.0 Kg; $P<0.01$), con valores inferiores en A y E (235.4 y 221.5 Kg, respectivamente). En relación a la conformación, las diferencias son significativas ($P<0.05$) entre todas las categorías (A = 2.53 / O; E =

2.93 / R; D = 1.83 / O). Por el contrario, no existen diferencias significativas entre las tres categorías para el engrasamiento.

La distribución de las canales, según las categorías por clases de conformación y engrasamiento, se presenta en la Tabla 1. En ninguna categoría se ha clasificado una canal como S. El 84.3% de las de categoría A se clasifican como O2 (24.5%), O3 (21.4%), R2 (20.3%) y R3 (18.1%). Para la categoría E, las mismas clases de conformación y engrasamiento concentran el 69.7% de las canales, pero en distinto orden de importancia: R2 (22.1%), O2 (19.9%), R3 (17.0%) y O3 (10.7%). En esta categoría se observa un desplazamiento hacia clases mejor conformadas de un porcentaje elevado de canales: U2 (14.0%, n=148) y U3 (11.0%, n=117), y en general una mayor dispersión hacia las clases superiores. En las clases inferiores P, se distribuyen similar número de canales de las categorías A y E, mientras que en las clases superiores U y E, las canales E cuadriplican el número de las de A.

En la categoría E, el PCC aumenta claramente al incrementarse la conformación ($P<0.01$; $r^2=0.46$), mientras que no se observa un efecto similar al aumentar el engrasamiento. En la categoría A, el efecto es menos visible para la conformación ($P<0.05$; $r^2=0.30$), y tampoco se presenta para el engrasamiento. Teniendo en cuenta la calidad de carne demandada, la distribución de clases en la parrilla para las categorías A y E parece indicar la utilización de machos de razas poco conformadas y de hembras de razas precoces poco conformadas y de razas tardías conformadas.

En la categoría B (n=4), los escasos efectivos impiden cualquier valoración. En la categoría D, el 69% de las canales se agrupan en las clases O2 (23.8%), P3 (21.4%), P2 (14.3%) y O3 (9.5%), aunque se observa cierto desplazamiento hacia clases mejor conformadas (R3, 11.9%, n=5; R2, 7.1%, n=3) y más engrasadas (O4, 7.1%, n=3). No se ha clasificado ninguna vaca en las clases de conformación S, E y U. Para estos limitados efectivos (n=42), se observa un ligero incremento del PCC al aumentar la conformación ($P=0.04$; $r^2=0.104$). Los resultados obtenidos indican el sacrificio mayoritario de vacas de carnicería de aptitud lechera, de alto PC (> 300 Kg) y el sacrificio puntual de alguna vaca con mejor conformación, probablemente de aptitud cárnica.

En las tablas que presenta el MAPA (1999), las denominaciones para las canales del tipo de ganado faenado, parece que no se ajustan técnicamente a la tipología de los animales realmente sacrificados. Por el volumen de sacrificios y los pesos canal medios que presenta el Anuario, las "terneras" (128 Kg PC) son terneras de carne blanca y/o rosada, las "novillas" (223 Kg PC) son terneras de carne rosada, las "vacas" (290 Kg PC) son realmente vacas y los "toros" (261 Kg PC) son básicamente terneros de carne rosada, y/o añojos y/o novillos y/o toros asimilados en la misma denominación. Teniendo en cuenta estas matizaciones, los datos obtenidos en el presente trabajo que más se ajustan a los del MAPA, son el PCC medio para la categoría E (221.5 Kg), y para la categoría D (322 Kg), que representan en ambos casos, para las dos tablas, vacas de carnicería. Para la categoría A (235 Kg), el PCC es inferior debido a que sólo se contemplan realmente las canales A. Las terneras de carne blanca generalmente no se incluyen por peso (PV<300 Kg) en la clasificación de los bovinos pesados. En el análisis realizado, existe cierto número de canales ($n \geq 11$), que por su PV no entraría en las categorías A y/o E, pero que por el tipo de carne (rosada) se incluye en estas categorías.

Para hacer comparables y "homologables" los datos del MAPA con los de la UE, sería conveniente presentar en el Anuario el número de cabezas sacrificadas y el peso canal medio según las categorías establecidas por el R CEE Nº 1208/81. Sería

también de interés analizar la influencia de motivos administrativos (sanidad animal, subvenciones y primas, etc.) en el mes/estación y en el tipo de ganado (categoría, PCC, conformación, y engrasamiento) sacrificado.

Para verificar la corrección de los datos utilizados, se tendría que consultar el informe anual sobre los controles trimestrales realizados por la CCAA, en el que figuran para cada matadero, el porcentaje de canales incorrectamente clasificadas y marcadas, y el tipo de deficiencias halladas en la clasificación, el marcado y la presentación de referencia de las canales (RD 1892/1999).

Tabla 1. Distribución (% y [n] y PCC medio (Kg) de las Clases de Conformación (CNF) y Engrasamiento (ENG) en canales de vacunos pesados.

			ENGRASAMIENTO				
			1	2	3	4	5
CONFORMACIÓN	CATEGORÍA A [891] PCC = 235.4 CNF = 2.53 / O ENG = 2.52	P	0.1 [1] 193.0	2.5 [22] 196.0	0.7 [6] 210.3	0 [0]	0 [0]
		O	0.2 [2] 231.5	24.5 [218] 221.1	21.4 [191] 226.7	2.6 [23] 231.8	0 [0]
		R	0 [0]	20.3 [181] 239.8	18.1 [161] 245.6	2.0 [18] 244.7	0 [0]
		U	0 [0]	4.0 [36] 283.1	3.3 [29] 277.9	0 [0]	0 [0]
		E	0 [0]	0.2 [2] 378.8	0.1 [1] 305.0	0 [0]	0 [0]
	CATEGORÍA E [1061] PCC = 221.5 CNF = 2.93 / R ENG = 2.45	P	0 [0]	1.6 [17] 170.3	0.2 [2] 151.8	0 [0]	0 [0]
		O	0 [0]	19.9 [211] 189.7	10.7 [113] 195.1	0.6 [6] 208.7	0.1 [1] 199
		R	0 [0]	22.1 [234] 220.8	17.0 [180] 228.3	1.2 [13] 233.4	0 [0]
		U	0 [0]	14.0 [148] 261.9	11.0 [117] 254.7	0.8 [8] 260.9	0 [0]
		E	0 [0]	0.7 [7] 268.3	0.4 [4] 258.6	0 [0]	0 [0]
	CATEGORÍA D [42] PCC = 322.0 CNF = 1.83 / O ENG = 2.67	P	0 [0]	14.3 [6] 318.5	21.4 [9] 298.9	2.4 [1] 315.0	0 [0]
		O	0 [0]	23.8 [10] 320.6	9.5 [4] 337.0	7.1 [3] 298.7	0 [0]
		R	0 [0]	7.1 [3] 307.5	11.9 [5] 350.3	2.4 [1] 482.5	0 [0]

Categoría A : canales de machos jóvenes sin castrar de menos de 2 años.
Categoría D : canales de hembras que hayan parido.
Categoría E : canales de otras hembras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOE. RD 1892/1999. BOE Nº 313.
CE. Reglamento Nº 1254/1999. DOCE L 160/21.
CEE. Règlement Nº 1208/81. DOCE Nº L 123/3.
CEE. Règlement Nº 2930/81. DOCE Nº L 293/6.
CEE. Règlement Nº 1026/91. DOCE Nº L 106/2.
CEE. Règlement Nº 2237/91. DOCE Nº L 204/11.
MAPA, 1999. Anuario de Estadística Agraria.659 pp. España.
SAS, 1996. User's guide V 6.12: statistics. SAS Institute Inc. USA.

CAUSAS DE DECOMISO EN LA INSPECCIÓN SANITARIA DE EQUINOS

Fàbregas i Comadran, Xavier
Camí de Can Major 78. 08190 Valldoreix. fabregas@retemail.es

INTRODUCCIÓN

Los solípedos han sido considerados históricamente en España como una carne de recurso o de consumo menor, siendo por lo tanto una especie de abasto de limitada comercialización. Actualmente, la mayoría de equinos de abasto son potros de aptitud cárnica producidos en cebaderos, mediante alimentos concentrados y paja que son sacrificados principalmente en Catalunya y en C. Valenciana.

La carnización de estos animales de abasto se lleva a cabo en mataderos autorizados, donde han de superar la inspección sanitaria que debe realizarse conforme al Real Decreto 147/1993 que establece las condiciones sanitarias de producción y comercialización de carnes frescas (de grandes animales), donde aparecen también incluidos los solípedos domésticos.

Los recientes brotes de triquinosis humana en Francia e Italia, por consumo de carne de caballo, han puesto de relieve la importancia del examen de triquina en las carnes de equino y han vuelto a fomentar la investigación científica sobre este parásito.

El objetivo de este trabajo es analizar el registro de los resultados de la inspección sanitaria verificada en ganado equino de abasto, sacrificado en un matadero frigorífico de servicios del Vallès occidental, para ser comercializado en las comarcas metropolitanas de Barcelona.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se inspeccionaron 327 animales que correspondían a la totalidad de la matanza semanal realizada durante el período octubre 1992 – febrero 1993.

El protocolo experimental se iniciaba con la inspección sanitaria ante-mortem (AM), desarrollada según el capítulo VI del anexo I del RD 147/1993 y continuaba con la sistemática a realizar en la inspección sanitaria post-mortem (PM) de los solípedos domésticos, detallada en la letra E del punto 41 del capítulo VIII del anexo I del RD 147/1993. En el estudio realizado se llevó a cabo una inspección simplificada en los animales no sospechosos a la inspección AM y PM, y en los identificados como sospechosos, se realizaba una inspección sistemática y detallada de la canal, los despojos y los subproductos: examen visual, palpación e incisión de las medias canales, el aparato respiratorio, el hígado, los riñones, la cabeza partida (examen de muermo) y del resto de despojos. En los caballos de capa torda identificados en la fase AM se realizaba la prueba para la detección de la melanosis y de la melanomata conforme al apartado m) de la letra E del punto 41 del capítulo VIII del anexo I del RD 147/1993. A partir de los resultados de esta inspección PM, complementados con los de la AM, se realizaban los diagnósticos pertinentes y se llegaba al dictamen sobre el destino de las carnes: apto para el consumo o no apto (decomiso total/DT y/o decomiso parcial/DP), según los criterios del artículo 5 del RD 147/1993.

Los resultados de estas inspecciones, con las correspondientes causas de decomiso, se anotaban en los Libros Oficiales de Registro de las inspecciones AM y PM. Por lo que respecta a la definición de DT de la canal, se considera al mismo, el decomiso de la canal con sus correspondientes despojos (y subproductos si fuera necesario). El DP de la canal afectaría a una parte de la propia canal. El DP de los despojos se contabiliza unitariamente, cuando se declaran no aptos para el consumo al menos uno de los despojos, normalmente las vísceras y especialmente el hígado.

La detección de triquinas en las carnes frescas de equino, se realizó mediante

examen triquinoscópico, procedimiento que se detalla en el punto I "Métodos de investigación de triquinas" del anexo I de la Orden de 22 de septiembre de 1989 sobre detección de triquinas en las carnes de animales domésticos de la especie porcina destinadas al comercio intracomunitario y las importadas de terceros países. En 1992 todavía no existía legislación específica para la investigación de triquinas en caballos, la Directiva 94/59/CE (que fue incorporada por la Orden de 17 de enero de 1996). Se seguía por lo tanto la Orden de 1989, simplificada y adaptada a los equinos ya que no existía en España casuística de triquinosis en equinos. Observando la correcta trazabilidad, se tomaban 2 muestras de cada canal, de unos 25 gramos cada una, de los músculos maseteros y diafragma, que eran colocadas en los recipientes portamuestras numerados. De estos trozos, el práctico del matadero en el local de investigación de triquinas, recortaba con tijera curva 3 trocitos del tamaño de un grano de avena, que se colocaban en la placa de compresión, examinándose en el triquinoscopio de lámpara incandescente.

La investigación de residuos se llevó a cabo según el RD 1262/1989 por el que se aprueba el Plan Nacional de Investigación de Residuos en los Animales y las Carnes Frescas y el RD 147/1993.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la inspección sanitaria AM ningún animal fue rechazado como no apto para el sacrificio. En la inspección sanitaria PM, el porcentaje de decomisos totales (respecto al total de 327 animales sacrificados) alcanza el 0.9 %, valor superior al 0.52 % citado por GRACEY (1989) en ganado equino y al 0.13 %, 0.11 % y 0.13 % hallados por FÀBREGAS *et al.* (1992) en bovino, ovino y caprino, respectivamente. El porcentaje de decomisos parciales de despojos-vísceras (respecto al total de sacrificios) es de 16.70 %, cifra que triplica para el vacuno, los valores referidos por FÀBREGAS *et al.* (1992) en bovino (5.3 %) y ovino (2.2 %). El porcentaje de decomisos totales se incrementa en función del número de animales de desvieje sacrificados (FÀBREGAS *et al.*, 1992) ya que en estos reproductores es más frecuente el hallazgo PM de alguna causa de decomiso.

La melanosis con 2 casos (n=2, 282/283 Kg PCC, 0.6 %) y la ictericia (n=1, 183 Kg PCC, 0.3 %) son las principales y únicas causas de decomiso de canales. Estos decomisos se presentaron en caballos adultos y en concreto la melanosis, en caballos adultos de silla de capa torda. Los escasos efectivos sacrificados, al no ser un matadero especializado en equino, y concretamente, en el caso de la melanosis, la frecuencia de la capa torda en las razas españolas, pueden ser las razones que sobrevaloren estas dos causas de decomiso en este estudio. GRACEY (1989) y HERENDA y FRANCO (1991) citan respectivamente datos del U.S. Food Safety and Inspection Service del año 1983 (n= 139.017) y del Canadian Department of Agriculture del período 1984-86 (n= 78.353). En ambos casos, la presencia no ya de melanomas, sino de neoplasmas en general, es mucho menor, pero tampoco dan cifras similares (0.135 % y 0.026 %, respectivamente, para efectivos muy superiores). TASSIN y ROZIER (1997) señalan como más frecuente la forma tumoral de la melanosis, frente a la forma difusa que aparece asociada o no a la tumoral. La ictericia es también una causa menos frecuente, señalando estos autores americanos porcentajes similares: 0.003 % y 0.002 %, respectivamente.

Del resto de dictámenes DT, GRACEY (1989) indica los principales, según su nivel de incidencia: los neoplasmas (0.135 %), las inflamaciones (0.089 %), las bajas AM (0.066 %), las pigmentaciones (0.047 %, sin incluir la ictericia), las septicemias (0.036 %), las lesiones (0.024 %) y los abcesos (0.016 %). Contrariamente, HERENDA y FRANCO (1991) citan como causas más frecuentes, las siguientes: la caquexia

(0.161 %), las contusiones (0.048%), las peritonitis-enteritis-artritis (0.033 %), los neoplasmas (0.026 %), los abcesos (0.014 %) y las septicemias (0.014 %). La influencia de la capa, y por lo tanto de la raza, en la aparición de neoplasmas y las denominaciones utilizadas por cada autor en la clasificación de las causas de decomiso, pueden explicar las variaciones respecto a los datos obtenidos. Por este motivo, se recomienda la necesidad de sistematizar y unificar en el ámbito científico y de la administración, los términos y criterios utilizados para dictaminar los decomisos.

En los DP realizados, del total de despojos, sólo se han decomisado vísceras y concretamente, hígados (17.7 %), pulmones (14 %) y bazos (6.1 %), del total de animales sacrificados. Esta elevada tasa de DP en los despojos es debida a que casi la cuarta parte del ganado sacrificado presenta alguna causa de decomiso parcial en estas vísceras: calicosis, hidatidosis, hepatitis y granulomas en hígados y pneumonías en pulmón. La incidencia y gravedad de estas lesiones dependerá de la edad de los animales (las calicosis más graves se presentan en el desvieje y la presencia de *Gasterophilus* en el cardias es más frecuente en potros) y de los tratamientos higiénico-sanitarios a los que hayan sido sometidos. Los traumatismos por accidentes se dan sobre todo en caballos de silla y son también una causa de decomiso parcial de la canal. INFANTE y COSTA (1990) destacan la existencia de neoplasmas, hallazgo de importancia en animales de desvieje.

La búsqueda de triquinas practicada en carne caballar, mular y asnal dio siempre resultados negativos, quizás por razones epidemiológicas o porque el músculo de elección para la muestra no era el más indicado (FÀBREGAS y DE BENITO, 2001). En la investigación de residuos, no se realizaron actuaciones bajo sospecha y aunque esta especie de abasto tiene además un valor añadido en la prevención de la salud pública, por su utilidad como indicador animal de los niveles de contaminación ambiental por cadmio y plomo (ROSSIER y BERGER, 1988), la toma de muestras de metales pesados dentro del plan aleatorio, dio también resultados negativos.

La aptitud para el consumo en primer lugar, y además, un faenado higiénico, una correcta manipulación, el mantenimiento de la cadena del frío y una comercialización temprana de las canales debido a la corta vida útil comercial, son condiciones básicas para alcanzar una óptima calidad higiénico-sanitaria en las carnes de equino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOE. Orden de 22 de septiembre de 1989. BOE Nº 238. Real Decreto 1262/1989. BOE Nº 257. Real Decreto 147/1993. BOE Nº 61.

FÀBREGAS X., ALEMANY M., FONT D., 1992. Análisis de los decomisos efectuados en un matadero de bovino, ovino y caprino. I Jornada de Veterinaria de Salud Pública, 8 pp., Col.legi Oficial de Veterinaris de Tarragona (Reus).

FÀBREGAS X., DE BENITO J., 2001. *Trichinella*: epidemiología y nuevas perspectivas de inspección sanitaria en carnes equinas. Eurocarne Nº 94 (en prensa). Madrid.

GRACEY J.E., 1989. Higiene de la carne 522 pp. Ed. McGraw-Hill – Interamericana. España.

HERENDA D.C., FRANCO D.A., 1991. Food animal pathology and meat hygiene 354 pp. Mosby Year Book, Inc. USA.

INFANTE GIL J., COSTA DURAO J., 1990. Atlas de inspección de la carne 448 pp. Ed. Grass. España..

ROSSIER E., BERGER CH., 1988. La viande de cheval. Cahiers de Nutrition et Diététique, XXIII (1), 35-39.

TASSIN P., ROZIER J., 1997. Lésions musculaires. Recueil de Médecine Vétérinaire, 173 (4/5/6), 133-154.

CLASIFICACIÓN DE CANALES EQUINAS: I.- DISTRIBUCIÓN DE CLASES

Fàbregas X.*, Such X.**
* Camí de Can Major 78. 08190 Valldoreix. fabregas@retemail.es
** Facultat de Veterinària. U.A.B. 08193 Bellaterra

INTRODUCCIÓN

Los solípedos han sido considerados históricamente en España como una carne de recurso o de consumo menor, con una limitada comercialización. Por el contrario, en Europa, y exceptuando los anglosajones donde su consumo es residual por considerarlo una animal de compañía, países vecinos como Francia e Italia tienen una gran tradición hipofágica.

Los sacrificios de equinos comprenden ganado caballar, asnal y mular de cualquier edad, pero la mayoría de equinos de abasto son potros pasteros de aptitud cárnica engordados con alimentación concentrada y paja en estabulación. El sacrificio y el consumo de ganado caballar se concentra especialmente en Catalunya y la C. Valenciana. La carnización de mulas y asnos es más importante en la C. Valenciana, Castilla-León, Galicia y Cantabria (MAPA, 1999).

El objetivo principal de este trabajo es clasificar el ganado equino de abasto, sacrificado en un matadero frigorífico de servicios del Vallès Occidental, para ser comercializado en las comarcas metropolitanas de Barcelona. El segundo objetivo es analizar las limitaciones prácticas en la aplicación comercial del Catálogo ONIBEV de Clasificación de Canales de Équidos, y la validez técnica de estos patrones fotográficos utilizados para ganado caballar, en ganado asnal y mular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se clasificaron 327 animales (299 caballos, 21 mulas y 7 asnos), que correspondían a la totalidad de la matanza semanal realizada durante el período octubre-92 a febrero-93. Debido al bajo número de animales sacrificados (15-25 cabezas/semana), y al hecho de que las partidas eran representativas de la oferta-demanda comercial real de canales en tipos y calidades, no se realizó ningún muestreo específico. Al inicio de las operaciones de carnización, los equinos eran sistemáticamente insuflados, una vez colgados de la cadena.

Para llevar a cabo la valoración de la calidad de la canal, se elaboró una ficha de trabajo para cada animal, a cumplimentar durante la fase ante-mortem y posteriormente en el sacrificio, la carnización y el período de oreo. Esta ficha detallaba los siguientes datos: especie (caballar, asnal, mular); edad (joven, adulto), que se determinaba mediante el estudio de la dentición, considerando el animal adulto a los 30-36 meses; tipo-raza en caballos (ligero, pesado); sexo (macho, hembra, macho castrado); peso canal caliente (PCC, Kg); peso canal fría comercial (PCF = PCC-2%, Kg); clasificación según los patrones fotográficos establecidos en el "Catalogue de Classement des Équidés" del Office National Interprofessionnel du Bétail et des Viandes (ONIBEV, 1979), valorando primero la Clase de Conformación para animales jóvenes y adultos (mayores de 30 meses): Extra/3 en jóvenes, Extra/3 Ligeros para adultos de silla, Extra/3 Pesados para adultos de carne, Buena/2, y Mediana/1. En segundo lugar el Grado de Engrasamiento: 1/magra, 2/ligeramente grasa, 3/medianamente grasa, 4/grasa, y 5/muy grasa. Cada Clase de Conformación y de Engrasamiento se subdividía en 3 subclases (superior/+, media, inferior/-), según el Reglamento (R) CEE Nº 1208/81.

Respecto a este catálogo utilizado, se han introducido dos modificaciones. Para los caballos adultos se han simplificado los criterios utilizados para clasificar las

canales, al tomar sólo la conformación y el engrasamiento y eliminar el peso canal. En estos animales, el tipo de canal (ligera/pesada) se diferencia básicamente por su origen racial. Para poder utilizar también este catálogo para valorar las canales de asnos y de mulas, se amplió la clase de conformación M, con una nueva subclase M-- (conformación mínima). A su vez, en la clase E, para clasificar caballos con conformaciones mejores que Extra/3, se añadió la nueva subclase E ++ (conformación máxima).

Los datos se han procesado mediante el paquete estadístico SAS (1996), realizando el test de comparación de medias de Student-Newman-Keuls.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la distribución y la media del PCC, de las Clases de Conformación y Engrasamiento en canales caballares, mulares y asnales, aparecen en la Tabla 1. Las medias generales por especies indican una gradación acentuada para el PCC ($P<0.001$), con valores bajos para los asnos (146 Kg), medios para las mulas (195 Kg) y altos para los caballos (243 Kg). La misma dinámica se observa para la Conformación ($P<0.001$), pero sin presentar diferencias significativas asnos (M/0.4) y mulas (M/1.5), situándose ambos en las clases más inferiores, mientras que los caballos son significativamente distintos (B/5.7), y ocupan las clases centrales. Por el contrario, para el Engrasamiento, los caballos (8.4) y las mulas (7.6) se sitúan en las clases centrales, y los asnos presentan engrasamiento superior (9.3), aunque en ningún caso las diferencias son significativas ($P=0.12$). En resumen, para el PCC y la conformación, las mulas y los asnos se presentan como especies más próximas y distintas a los caballos.

En la parrilla (Tabla 1), los caballos se dispersan por casi todas las Clases de Conformación y Engrasamiento, mientras que las mulas (M y B) y especialmente los asnos (M) se localizan únicamente en estas Clases de Conformación, pero en casi toda la escala de Engrasamiento. En la clasificación, el 30% de los caballos se sitúan en la Clase de Conformación y Engrasamiento B3, el 19% se clasifican como E3 y el 17% como B2. Para las mulas, el 57% de las canales se clasifican como M3 y el 14% como M2. En los asnos, el 43% se marcan como M4, el 29% como M2, el 14% como M3 y el 14% como M5. En la conformación, tal y como señalan FÀBREGAS *et al.* (1989) en ovino, la práctica del insuflado puede tener cierto efecto distorsionador, al mejorar el estado de conformación en la clasificación de las canales por aumentar aparentemente el espesor de la grasa subcutánea. Este efecto será menos importante que en el caso de los ovinos, por presentar los equinos mayores estados de engrasamiento subcutáneo.

MANFREDINI y BADIANI (1993) proponen una parrilla de clasificación similar a la utilizada por la UE para bovino pesado (R. CEE Nº 1208/81 y R. CEE Nº 2930/81), también con 5 Clases de Conformación y 5 de Engrasamiento. Aunque las parrillas no son directamente comparables, los resultados obtenidos en el presente trabajo son ligeramente diferentes a los de MANFREDINI y BADIANI (1993), que señalan las clases U-R como más frecuentes en caballos jóvenes (<12 meses) y U-R-O, las más comunes en caballos (>12 meses). Los resultados obtenidos para la Conformación señalan el mayor porcentaje de canales de caballos jóvenes clasificadas en la clase B, mientras que la mayoría de los caballos adultos se sitúan en la clase E.

Para el Engrasamiento, los resultados también difieren con los de estos autores, que indican la clase 2 como la más frecuente en caballos menores de 12 meses y las 3-4 como las predominantes en caballos mayores de 12 meses. Los valores obtenidos destacan la clase central de engrasamiento (3) para caballos jóvenes y la superior a la central (4) para caballos adultos.

Como conclusión, se puede afirmar que la parrilla ONIBEV se muestra demasiado limitada, especialmente en la Conformación, para poder clasificar a la vez el ganado caballar, mular y asnal. Los solapamientos observados en las clases y las diferencias mostradas en las subclases, parecen indicar la necesidad de aumentar el número de clases de la parrilla, para poder describir y valorar con más precisión la conformación en todas las canales sacrificadas. Por estas razones, sería de mayor utilidad la parrilla propuesta por los investigadores italianos, pero introduciendo algunas modificaciones. Para uniformar la clasificación de canales equinas con los modelos comunitarios de clasificación de canales de bovino, ovino y porcino, se tendría que incluir también en la Conformación para los equinos la clase S (R. CEE Nº 2237/91). Esta medida ampliaría el abanico de posibilidades para clasificar con la misma parrilla, desde los caballos mejor conformados a los asnos y mulas con conformaciones peores. Para hacerla equivalente a la parrilla SEUROP de bovino pesado, la clase E propuesta por MANFREDINI y BADIANI (1993) correspondería a la S de la nueva parrilla de equino, y así correlativamente, de forma que la nueva clase P en equino incluiría las canales con desarrollos musculares mediocres y también deficientes. Se simplificaría además la cuestión de la edad, utilizando la parrilla para lechales, potros y reproductores. La parrilla propuesta podría ser así de aplicación única en el ganado caballar, mular y asnal de todas las edades.

TABLA 1. Distribución (% y [n]) y PCC medio (Kg) de las Clases de Conformación y Engrasamiento en canales equinas.

	ENGRASAMIENTO					
CONFORMACION	**CABALLOS**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	M	0.33 [1] 174.5	4.35 [13] 169.7	2.68 [8] 190.3	0.67 [2] 204.8	0 [0]
	B	0.33 [1] 150.5	16.69 [49] 204.6	29.77 [89] 228.0	10.37 [31] 231.7	0.33 [1] 211.5
	E	0[0]	5.69 [17] 261.6	19.06 [57] 286.2	8.03 [24] 313.1	2.01 [6] 352.7
	MULAS	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	M	4.76 [1] 191.5	14.29 [3] 193.0	57.14 [12] 181.3	9.52 [2] 226.8	0 [0]
	B	0 [0]	4.76 [1] 197.0	0 [0]	9.52 [2] 251.9	0 [0]
	ASNOS	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	M	0 [0]	28.57 [2] 106.5	14.29 [1] 108.0	42.86 [3] 168.3	14.29 [1] 199.0

Agradecimientos: los autores agradecen al Sr. Tubau, de la carnicería hipofágica Carns Equines de Rubí, los comentarios aportados en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEE. Règlement Nº 1208/81. DOCE Nº L 123/3. Règlement Nº 2930/81. DOCE Nº L 293/6. Règlement Nº 2237/91. DOCE Nº L 204/11.

FÀBREGAS X., TORRE C., CAJA G., CASALS R., RIVAS F., 1989. 383-388. In: J.C. Flamant et E.P. Morand - Fehr. EUR 11893. L'évaluation des ovins et des caprins méditerranéens. CCE. Série: Agriculture. Luxembourg.

MAPA, 1999. Anuario de Estadística Agraria. 695 pp. España.

MANFREDINI M., BADIANI A.,1993. Agricoltura Ricerca, 144, 53-71.

ONIBEV, 1979. Catalogue de Classement des Équidés (en carcasse). France. Tríptico.

SAS, 1996. User's Guide V 6.12: statistics. SAS Institute Inc. USA.

CLASIFICACIÓN DE CANALES EQUINAS: II.- FACTORES DE VARIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA CANAL

Fàbregas X.*, Such X.**
* Camí de Can Major 78. 08190 Valldoreix. fabregas@retemail.es
** Facultat de Veterinària. U.A.B. 08193 Bellaterra

INTRODUCCIÓN

En relación con su escaso consumo, la calidad de la canal y de la carne de caballo ha sido una temática históricamente poco estudiada en España, contrariamente a lo que ocurre en países europeos de gran tradición hipofágica como Francia e Italia.

Los sacrificios de equinos comprenden ganado caballar, asnal y mular de cualquier edad, pero la mayoría de equinos de abasto son potros pasteros de aptitud cárnica, engordados con alimentación concentrada y paja en estabulación.

En los establecimientos de venta sólo se expide Potro (carne rosada) y Caballo (carne roja), denominaciones que incluyen las canales con buen estado de engrasamiento de cualquiera de las especies caballar, asnal y de los híbridos mulares. No es posible, por tanto, diferenciar en el momento de la compra el origen según la especie de esta carne. Los animales con deficiente engrasamiento se destinan a alimentación animal, básicamente de carnívoros de zoológico.

El objetivo de este trabajo es estudiar los principales factores de variación de la calidad de la canal y sus interrelaciones: la especie (caballo, mula, asno), el tipo (caballos ligeros y pesados), la edad (jóvenes y adultos), y el sexo (machos, hembras y machos castrados), en ganado equino sacrificado en Catalunya.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se clasificaron 327 animales que correspondían a la totalidad de la matanza semanal realizada durante el período octubre-92 a febrero-93. Al inicio de las operaciones de carnización, los equinos eran sistemáticamente insuflados una vez estaban colgados de la cadena.

Las partidas que eran llevadas al matadero estaban compuestas por animales de muy diversa procedencia. Los caballos jóvenes y adultos de razas cárnicas y sus cruces (Bretón en especial), procedían de La Cerdanya, Navarra y Cantabria. Llegaban también poneys gallegos y pottokas, caballos adultos de aptitud carne y silla, asnos y mulas de desvieje. Estos caballos jóvenes para sacrificio (magros o cebados) se repartían según su edad en lechales y potros de aptitud cárnica de 6-8 meses y de 9-18 meses, respectivamente. De entre los adultos, la mayoría eran animales de desvieje de más de 10-12 años.

Para llevar a cabo la valoración de la calidad de la canal, se elaboró una ficha de trabajo para cada animal, a cumplimentar durante la fase ante-mortem y posteriormente en el sacrificio, la carnización y el período de oreo. Esta ficha detallaba los siguientes datos: especie (caballar, asnal, mular); edad (joven, adulto), que se determinaba mediante el estudio de la dentición, considerando el animal adulto a los 30-36 meses; tipo-raza en caballos (ligero, pesado); sexo (macho, hembra, macho castrado); peso canal caliente (PCC, Kg); peso canal fría comercial (PCF = PCC-2%, Kg); clasificación según los patrones fotográficos establecidos en el "Catalogue de Classement des Équidés" del Office National Interprofessionnel du Bétail et des Viandes (ONIBEV, 1979), valorando primero la Clase de Conformación para animales jóvenes y adultos (mayores de 30 meses): Extra/3 en jóvenes, Extra/3 Ligeros para

adultos de silla, Extra/3 Pesados para adultos de carne, Buena/2, y Mediana/1. En segundo lugar el Estado de Engrasamiento: 1/magra, 2/ligeramente grasa, 3/medianamente grasa, 4/grasa, y 5/muy grasa. Cada Clase de Conformación y de Engrasamiento se subdividía en 3 subclases cada una (superior/+, media, inferior/-), según el R. CEE Nº 1208/81.

Los datos se han procesado mediante el paquete estadístico SAS (1996), realizando el test de comparación de medias de Student-Newman-Keuls.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generales del efecto de los distintos factores de variación sobre las características de calidad de la canal se muestran en la Tabla 1.

- *Peso Canal Caliente*

Tal como se observa en la citada Tabla, el PCC fue significativamente superior en los caballos ($P<0.001$) en relación a asnos y mulos.

En ganado caballar, el PCC obtenido (243 Kg) es similar a los pesos referidos por el MAPA (1999) para Navarra y Catalunya, que son los PC medios más elevados, con 236 y 227 Kg, respectivamente. Estos pesos son inferiores a los obtenidos por ROBELIN *et al.* (1984) para razas pesadas francesas de 12 meses, que llegan a alcanzar los 313 Kg.

Las mulas y asnos presentan canales de 195 Kg y 146 Kg PCC, respectivamente, pero con una gran variabilidad (SE=16.8). El MAPA aporta, en los últimos años, un PC medio único para mulos y asnos. Los PCC obtenidos se ajustan a los del MAPA, si se consolidan como medias porcentuales de ambos tipos de canales. En el ganado mular y asnal, Catalunya y la C. Valenciana proporcionan las canales de pesos medios superiores (174 y 171 Kg, respectivamente), lo que indica o un mayor número de sacrificios de mulas, o la preponderancia de asnos de raza catalana de mayor peso vivo, o de mulas andorranas.

Asimismo, el PCC se muestra superior en los caballos adultos pesados ($P<$ 0.001), no encontrando diferencias significativas entre el PCC de machos y hembras. Por último, cabe destacar (Tabla 1) que los caballos mejor conformados y con mayor engrasamiento presentan un PCC significativamente superior ($P<0.01$). Se obtiene una regresión significativa ($P<0.01$, $r^2 = 0.45$) entre el PCC y la Conformación, mientras que con el Engrasamiento la r^2 es tan sólo de 0.11. La misma tendencia parece ocurrir en las mulas y los asnos, pero los escasos efectivos no permiten confirmarlo.

- *Conformación*

La Conformación de los animales se ve afectada por la especie de la que se trata, con valores superiores en caballos (Tabla 1, $P<0.001$) en relación a mulas y asnos. Los caballos Adultos Pesados son los que presentan una mejor conformación, superior a los Jóvenes, y éstos a los Adultos Ligeros ($P<0.001$). En cambio, el sexo no influye significativamente en la Conformación de los caballos.

El estado de engrasamiento de los animales afecta la Conformación de las canales, presentando una tendencia al aumento de sus valores (Tabla 1, $P=0.18$).

- *Engrasamiento*

No ha habido efectos significativos de la especie sobre el grado de Engrasamiento, aunque éste ha sido superior ($P=0.12$) en los asnos. Estos resultados podrían ser explicables por el hecho de que las canales de equino, a diferencia de las de rumiantes, siguen un patrón de engrasamiento peritoneal y subcutáneo, característico de los monogástricos. Esta grasa peritoneal no es un predictor directo y sencillo del engrasamiento, porque cuando es abundante se acumula a veces en

racimos, de forma superficialmente no homogénea. La grasa torácica ("pannes") podría ser un buen predictor del estado de engrasamiento en caballos, si no se eliminara casi en su totalidad durante el faenado. Por otra parte, respecto a la alometría de los tejidos adiposos, ROSSIER y BERGER (1988) indican diferencias de precocidad entre razas caballares pesadas, lo que implicaría distintas edades y pesos vivos al sacrificio, para alcanzar un grado de acabado de la canal igual en las distintas razas. La grasa que se distribuye a nivel subcutáneo e interno es también siempre más importante que en bovino y a la vez representa un mayor porcentaje en caballos (ROBELIN *et al.*, 1984; BADIANI y MANFREDINI, 1994).

Puede concluirse que la distribución de este recubrimiento graso en la superficie de la canal varía según la especie para similares grados de engrasamiento. Las canales de caballo muestran un mayor engrasamiento subcutáneo y también abdominal. Las mulas se engrasan más a nivel abdominal que los caballos. Por el contrario, las canales de asnos presentan un mayor nivel de engrasamiento en la grupa y en los flancos, que los caballos y las mulas.

En la Tabla 1 se muestra que los caballos Adultos Pesados presentan un mayor engrasamiento que los Jóvenes, y éstos que los Adultos Ligeros ($P<0.01$). De igual modo, el sexo de los animales presenta un débil efecto sobre el engrasamiento. Así, sólo en los animales Jóvenes, las hembras están más engrasadas que los machos (8.13 vs 7.50, respectivamente)

TABLA 1. Factores de Variación de las características de calidad de la canal.

Factores	N	PCC (Kg)	Conformación (1-9)	Engrasamiento (1-15)
Media general	327	237.6 ± 3.6	5.35 ± 0.12	8.04 ± 0.12
Especie				
Caballos	299	242.7^{a}	5.7 / B^{a}	8.0
Mulas	21	195.2^{b}	1.5 / M^{b}	7.6
Asnos	7	146.4^{b}	0.4 / M^{b}	9.3
Edad/Tipo				
Jóvenes	230	228.1^{a}	5.4 / B^{a}	7.7^{a}
Adultos Ligeros	15	250.7^{a}	4.3 / B^{b}	7.3^{a}
Adultos Pesados	54	299.2^{b}	7.4 / E^{c}	9.5^{b}
Conformación				
Mediana	49	178.3^{a}	1.8^{a}	7.2
Buena	174	221.7^{b}	4.9^{b}	7.8
Extra	104	292.2^{c}	7.7^{c}	8.8
Engrasamiento				
1	3	172.2^{a}	2.0 / M	2.7^{a}
2	85	207.9^{ab}	4.7 / B	5.4^{b}
3	167	242.0^{b}	5.6 / B	8.1^{c}
4	64	258.9^{b}	5.6 / B	10.9^{d}
5	8	315.8^{c}	7.0 / E	13.6^{e}

a,b,c= diferencias significativas a $P<0.05$

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BADIANI A., MANFREDINI M., 1994. Zoot. Nutr. Anim., 20 (suppl.), 5-43.

CEE. Règlement N° 1208/81. DOCE N° L 123/3.

MAPA, 1999. Anuario de Estadística Agraria. 695 pp. España.

ONIBEV, 1979. Catalogue de Classement des Équidés (en carcasse). France. Tríptico.

ROBELIN J., BOCCARD R., MARTIN-ROSSET W., JUSSIAUX M., TRILLAUD-GEYL C., 1984. 601-610. En: Le cheval. Ed. INRA. Paris. (France).

ROSSIER E., BERGER CH., 1988. Cahiers de Nutrition et Diététique, XXIII (1), 35-39.

SAS, 1996. User's Guide V 6.12: statistics. SAS Institute Inc. USA.

Reproducción

PUBERTAD EN BORREGAS WEST AFRICAN Y WEST AFRICAN X BERGAMASCA EN PASTOREO BAJO CONDICIONES DEL TROPICO VENEZOLANO.

Rodríguez-Urbina, M., González-Stagnaro, C. y Madrid-Bury, N.
Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apto. 15205. Maracaibo. Venezuela. e-mail: mariale00ve@yahoo.com; cdgonzal@luz.ve.

INTRODUCCIÓN

Los ovinos de pelo de la raza West African constituyen un genotipo promisorio para el desarrollo de explotaciones ovinas rentables en el trópico y su mejoramiento a través de cruces con la raza ovina Bergamasca, especializada en producción de carne, permite considerarlo como una alternativa para suplir las necesidades proteicas de la población a bajo costo (5).

La pubertad como proceso que involucra importantes transformaciones fisiológicas que conducen a la madurez sexual y al desarrollo de la habilidad para reproducirse, debe ser conocida y manejada para optimizar el comportamiento productivo y reproductivo de las explotaciones de ovinos mestizos. En Venezuela se consiguen ovinos deslanados o semideslanados producto indefinido de cruces indiscriminados, adaptados a las condiciones ambientales por su rusticidad, prolificidad y desestacionalidad sexual aunque con bajas tasas de crecimiento y productividad ponderal, lo que condiciona su incorporación al servicio a una edad tardía (4). El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento fisiológico a la pubertad de las ovejas West African y sus mestizos con la raza Bergamasca bajo un sistema de manejo semiextensivo en el trópico venezolano

MATERIALES Y METODOS.

El estudio se realizó en una explotación de la empresa Palmichal, ubicada en el estado Zulia, en una zona de bosque muy seco tropical; caracterizada por temperatura promedio anual de 28ºC, precipitación entre 500 y 600 mm/año y evaporación media anual de 1662 mm. Se utilizaron 14 ovejas 7 West African (WA) y 7 West African x Bergamasca (WaxBM) nacidas en época seca. Se tomó peso al nacimiento (PN) y peso al destete (PD). Desde el momento del destete los pesos se registraron semanalmente hasta que las borregas llegaron al año de edad (12 m). Las ovejas se mantuvieron bajo condiciones de pastoreo durante 6 horas diarias en potreros de pasto estrella *Cynodon nlenfluensis* y pasto buffel *Cenchrus ciliaris*. Se les suministró sales minerales ad libitum y heno en los corrales de acuerdo a la disponibilidad de la finca. A partir de los 14 kg de peso corporal se tomaron muestras sanguíneas cada semana por venopuntura de la yugular, para determinar los niveles de progesterona séricos, mediante Radioinmunoanálisis utilizando Kits de progesterona Coat-a-count de la Diagnostics Products Corporation (DPC). Pubertad se definió como el momento en que se consiguieran niveles de progesterona sérica por encima de 0,5 ng/ml. Se realizó el análisis de varianza covarianza de los datos con el procedimiento glm del SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los valores promedios de edad, peso corporal y niveles de progesterona séricos en las borregas no reportan diferencias entre ambos grupos raciales ($P<0,05$) (Cuadro 1), sin embargo se observa que las mestizas WAxBM llegaron a la pubertad con ligero

menor peso y mayor edad que las hembras ovinas WA. Esto pudiera ser debido por una parte a los mayores requerimientos nutricionales para el crecimiento de las ovejas WAxBM, por ser producto del cruce con una raza para producción de carne que posee una alta tasa de crecimiento; por otra parte pudiera atribuirse a la pobre calidad del forraje consumido, que varió de 5,5 a 3,4 % de proteína cruda, aporte que pudiera considerarse bajo e insuficiente para cubrir los requerimientos de crecimiento. Los pesos encontrados a la pubertad son bajos comparados con los reportados para ovejas mestizas WAxBM con pesos de 29 kg y edad de 220 días (6) y de 19,0 a 23,0 kg para ovejas West African (1). En ovejas West African se han señalado edades similares de pubertad que varían entre 248 a 257 días y pesos promedios muy inferiores y que contrastan con los reportados de 27,8 a 30 Kg en ovejas Pelibuey cubanas (2). Los pesos promedios indicados en este trabajo de 15,3 y 14,9 kg, apenas representan el 47,7% y el 40,6% del peso adulto para WA y WAxBM respectivamente con media de 44,1 ± 5,0 %. Estos valores se encuentran dentro del rango de peso a la pubertad reportado para ovinos tropicales de 39,8 a 69,0 % del peso adulto, aunque muy por debajo de la media de 61,1% (3,4).

Cuadro 1. Edad (EP), peso (PP), niveles de progesterona (P) y ganancia diaria de peso a la pubertad en ovejas West African (WA) y mestizas West African x Bergamasca (WAxBM) bajo pastoreo. (Promedios ± DE)

PUBERTAD	WA	WAxBM
Edad (días)	268,1 ± 35,5	257,6 ± 35,3
Peso (kg)	15,3 ± 1,0	14,9 ± 0,7
Progesterona (ng/ml)	0,9 ± 0,6	1,4 ± 1,0
GDP destete/pubertad (g)	33,8 ± 6,0	31,7 ± 4,9

Los niveles medios de progesterona encontrados a la pubertad fueron de 0,9 y 1,4 ng/ml para WA y WAxBM respectivamente los que coinciden con los reportados para borregas WA y sus mestizos (1). Se observa que el 57% de las borregas WAxBM que presentaron los valores promedios más altos de progesterona a la pubertad entraron en un periodo de anestro manteniendo por un periodo más prolongado y en mayor proporción que las borregas WA niveles de progesterona sub-basales; a partir de los 17,0 Kg de peso corporal reiniciaron su actividad ovárica aunque con ciclos irregulares, llegando a los 365 días de edad sin haber regularizado la función ovárica (Figura 1). A partir del momento de la pubertad el 71% de las hembras WA continuaron con descargas de progesterona en ciclos irregulares cortos y largos y al igual que las ovejas mestizas WAxBM al año de edad no presentaban una actividad ovárica cíclica. Después de la primera descarga de progesterona al momento de la pubertad, la interrelación hipotálamo-hipófisis-gonadas continua en funcionamiento, los órganos reproductivos se hacen completamente funcionales y aumenta al máximo el número de receptores hormonales, estableciéndose una actividad ovárica cíclica normal cuando el animal está apto para ejercer su función reproductiva, lo que depende estrechamente de la tasa de crecimiento (1). Sin duda este comportamiento irregular puede atribuirse al deficiente sistema alimentario, causado por una baja, irregular y discontinua calidad y cantidad de los pastos como se observa en la curva de crecimiento (Figura 2).

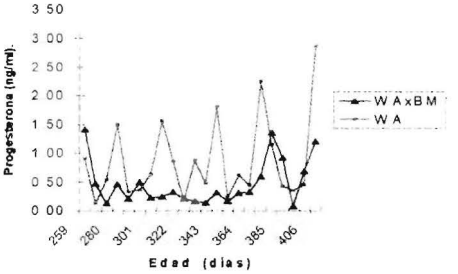


Figura 1. Niveles promedios de Progesterona sérica en borregas pospuberales West African y West African x Bergamasca.

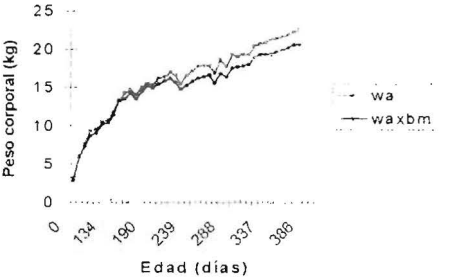


Figura 2. Curva de crecimiento de ovejas West African y West African x Bergamasca.

Las ovejas experimentales en las condiciones de manejo de la finca, mostraron una pobre tasa de crecimiento con ganancias promedio de 37,8 g/día entre el destete y el año de edad (Ver Cuadro 2), que aunque no tuvo mayor influencia en la edad de pubertad, si afectó el peso de pubertad y la continuidad de la ciclicidad pospuberal. En conclusión, el predominio racial y el manejo nutricional que reciben los animales durante su etapa de crecimiento tienen gran influencia en la edad y el peso en que llegan a la pubertad y son causales directos del atraso en alcanzar una normal pubertad temprana.

Cuadro 2. Edad, Peso y Ganancia Diaria de Peso (GDP) al destete y al año en ovejas West African (WA) y West African x Bergamasca (WAxBM). (Prom. ± DE)

Etapa	WA	WAxBM
DESTETE		
Edad (días)	115,9 ±4,9	116,0 ± 5,3
Peso (kg.)	9,5 ± 1,3	9,0 ± 1,2
GDP (g)	58,6 ±14,1	50,6 ± 9,7
12 MESES		
Peso (kg.)	19,2 ± 2,5	17,7 ±1,4
GDP (g)	40,0 ± 6,5	35,6 ± 4,9

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Delpino, A. y C. González-Stagnaro. 1993. Evaluación del comportamiento reproductivo en pequeños rumiantes tropicales utilizando los perfiles de progesterona. Revista Cientifica. FCV-LUZ. VOL III. Nº 3: 231-247.
2. Fuentes, J., y N. Peron.y 1987. Efecto del tipo de parto y destete en la edad y peso a la pubertad en corderas Pelibuey. Rev. Cub. Reprod. Anim. 3 (2): 15-25.
3. González-Stagnaro, C., J. Goicochea Llaque y N. Madrid-Bury. 1980. Comportamiento reproductivo de ovinos West African en una zona tropical. IX Congreso Internacional de Reproducción Animal e I. A. Madrid. España. 161-165.
4. González-Stagnaro, C. y N. Madrid-Bury. 2000. Comportamiento y eficiencia reproductiva de la oveja West African en Venezuela. V Congreso Iberoamericano de razas autoctonas y criollas. La Habana. Cuba. Mem. 186-191.
5. McManus, C., y R. De Miranda. 1997. Comparison of the Santa Ines and Bergamasca breeds of sheep in the Federal District of Brazil. 1997. Rev. Soc. Bras. Zoot. 26(5): 1055-1059.
6. Ramón, J. 1997.Características reproductivas de la oveja de pelo.Ovis. 48:13-25.
Trabajo patrocinado por el Consejo de Desarrollo Científico y Huamnístico-LUZ. Proyecto Nº 1457-98.

DETERMINACIÓN DE LA ENTRADA EN PUBERTAD EN CABRAS SERRANA NACIDAS EN VERANO E INVIERNO MEDIANTE ANÁLISIS DE PROGESTERONA E OBSERVACIÓN DE CELOS

Teresa M. Correia, Ramiro C. Valentim, Jorge Azevedo*, Álvaro Mendonça, Lurdes Galvão, Raimundo Maurício y Manuel Cardoso

Escola Superior Agrária de Bragança - Departamento de Zootecnia
Apartado 172, 5301-855 BRAGANÇA - Portugal
e-mail: tcorreia@ipb.pt
*Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Departamento de Zootecnia
Apartado 202, 5001-911 VILA REAL - Portugal

INTRODUCCIÓN

La entrada en pubertad esta marcada por varios factores como el grado de desarrollo corporal (influenciado por las condiciones alimentares), el fotoperíodo, el genotipo y las interacciones sociales. Según HUNTER (1980) y TORRANO y VALDERRÁBANO (1998), la pubertad depende fundamentalmente de la interacción entre el grado de desarrollo corporal y el fotoperíodo. En las especies estaciónales, la estación de nacimiento condiciona la edad a la que se produce la pubertad (KINDER *et al.*, 1995) dado que es necesario que el grado de desarrollo corporal y el fotoperíodo sean simultáneamente adecuados.

Este trabajo fue realizado con el objetivo de estudiar la entrada en pubertad en chotas de la raza portuguesa Serrana, ecotipo Transmontano, nacidas en dos periodos distintos del año: verano e invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en la ciudad de Bragança (latitud 41° 49' N, longitud 6° 40' W y altitud 720 metros), más precisamente en la granja de Sta Apolónia, propiedad de la Escuela Superior Agraria de Bragança (ESAB).

Se utilizaron dos grupos de chotas de la raza Serrana, ecotipo Transmontano, nacidas de parto simples: grupo A – 19 chotas nacidas entre Julio y Agosto y grupo B – 18 chotas nacidas entre Diciembre y Febrero.

Todas las chotas, destetadas después de haber triplicado su peso al nacimiento, fueran alimentadas con heno de prados naturales y un promedio de 300-500 gr/día de pienso comercial.

Los animales fueran pesados con una frecuencia semanal.

La aparición de la pubertad fisiológica (inicio de la ciclicidad ovárica) se determinó mediante el análisis de progesterona plasmática. Para ello, se realizaron dos extracciones semanales (Lunes y Jueves) de sangre mediante punción en vena yugular. La concentración de progesterona plasmática fue determinada por RIA utilizando Kits *Diagnostic Products Corporation*. Los coeficientes de variación intra e inter análisis fueron de 4,6 y 9,2, respectivamente.

Se ha considerado como inicio de la ciclicidad la fecha de la muestra anterior a la primera en que la concentración de progesterona excedió 0,5 ng/ml.

La duración del primer ciclo se consideró corto, normal o largo dependiendo de que la concentración de progesterona se hubiese mantenido elevada por 3-12 días, 13-18 días o >18 días, respectivamente (adaptado de CORTEEL, 1972).

Desde los 3 meses de edad las chotas permanecieron con un macho vasectomizado (2-3 años) provisto de arnés marcador, determinándose el comportamiento de estro dos veces al día (por la mañana y por la tarde).

Para identificar diferencias estadísticamente significativas entre parámetros se efectuaron análisis de variancia (STEEL y TORRIE, 1980). La comparación entre

medias se realizó según el test de Bonferroni/Dunn (DUNN, 1961). Con el objetivo de comparar frecuencias se utilizó el test de χ^2 (SNEDECOR y COCHRAN, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entrada en pubertad fisiológica

La actividad cíclica empezó más temprano en las chotas nacidas en invierno (7,8 meses) que en las chotas nacidas en verano (11,4 meses) (Cuadro 1).

CUADRO 1 – Edad, peso corporal y porcentaje de peso adulto de las chotas Serrana a la entrada en pubertad fisiológica

	Grupo A	Grupo B
Edad (días)	341,1±20,0[a]	234,2±20,2[b]
Peso (kg)	24,7±3,3[a]	16,0±2,4[b]
% peso adulto	67,8±9,0[a]	44,0±6,5[b]

a≠b, para P≤0,001 (entre columnas).

La entrada en pubertad depende de la interacción entre el grado de desarrollo corporal y el fotoperíodo (HUNTER, 1980; TORRANO y VALDERRÁBANO, 1998). Las chotas nacidas en verano (fotoperíodo decreciente), el otoño inmediato eran todavía muy jóvenes, o sea, aún no presentaban un grado de desarrollo corporal que permitiera la entrada en pubertad. Además, antes de alcanzar la pubertad las hembras tienen que haber sido sometidas al efecto inhibidor del fotoperíodo creciente (invierno-primavera) (GUERIN y MATTHEWS, 1998). En verdad, la actividad sexual de estas chotas solo empezó el verano del siguiente año, cuando el grado de desarrollo corporal y el fotoperíodo fueron ambos adecuados. Las chotas nacidas en invierno (fotoperíodo creciente), crecieron a lo largo de un período del año de fotoperíodo creciente y terminaron alcanzando un grado de desarrollo corporal compatible con la entrada en pubertad el otoño inmediato.

CUADRO 2 – Porcentaje de chotas de los dos grupos que presentaron un primer ciclo de duración corto, normal o largo

	Grupo A	Grupo B
Corto	6,7%[a]	44,4%[b]
Normal	6,7%[a]	38,9%[b]
largo	86,7%[a]	16,7[b]

a≠b, para P≤0,001 (entre columnas).

Según CHEMINEAU (1998, comunicación personal), la entrada en pubertad de las chotas es frecuentemente marcada por el desarrollo de un primer ciclo corto. Para RICORDEAU *et al.* (1984), hay igualmente un porcentaje no despreciable de chotas que presentan un primero ciclo largo. En nuestro estudio, la estación de nacimiento de las chotas influyo significativamente la duración del primer ciclo (χ^2=96,217; P≤0,001) (Cuadro 2). Al revés, en ningún de los grupos estudiados, la edad o el peso corporal afectaron significativamente a la duración del primer ciclo (P>0,05).

Entrada en pubertad comportamental

El comportamiento de estro empezó igualmente más temprano en las chotas nacidas en invierno (8,0 meses) que en las chotas nacidas en verano (11,4 meses) (Cuadro 3).

CUADRO 3 – Edad, peso corporal y porcentaje de peso adulto de las chotas Serrana a la entrada en pubertad comportamental

	Grupo A	Grupo B
Idade (dias)	340,7±25,8[a]	238,9±22,2[b]
Peso (kg)	25,4±3,6[a]	16,7±2,5[b]
% de peso adulto	69,8±9,8[a]	45,8±6,9[b]

a≠b, para P≤0,001 (entre columnas).

De las chotas del grupo A, 10 (52,6%) presentaron celo antes de haber entrado en pubertad fisiológica y 9 (47,4%) nunca lo hicieron hasta el final del ensayo. De las chotas del grupo B, 6 (33,3%) presentaron celo antes de haber alcanzado la pubertad fisiológica mientras las demás 12 (66,7%) solamente lo hicieron 2-3 ciclos más tarde. En ningún de los grupos la edad o el peso corporal influenciaron significativamente en el hecho de las chotas haber presentado o no celo antes de entrar en pubertad fisiológica. Sin embargo, la estación de nacimiento ejerció un efecto estadísticamente significativo (χ^2=8,160; P≤0,01).

CONCLUSIONES

La entrada en pubertad de las chotas de la raza portuguesa Serrana, ecotipo Transmontano, es claramente marcada por la estación de nacimiento.

En verdad, las chotas nacidas en invierno son más precoces que las nacidas en verano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORTEEL, J.M., 1972. L'insémination artificielle caprine. Bases physiologíques. Etat actuel et perspectives d'avenir. *Elevage et Insémination*, **132**, 4-32.

DUNN, O.J., 1961. Multiple comparisons among means. *Journal of the American Statistical Association*, 56, 52.

GUERIN, M.V. y MATTHEWS, C.D., 1998. Alterations of estrous activity in the ewe by circadian-based manipulation of the endogenous pacemaker. *J Biol Rhythms*, **13** (1), 60-69.

HUNTER, R.H.F., 1980. Physiology and technology of reproduction in female domestic animals. *In*: Reproduction in female domestic animals. Academic Press, London, 103 pp..

KINDER, J.E., BERGFELD, E.G.M., WEHRMAN, M.E., PETERS, K.E. y KOJIMA, F.N., 1995. Endocrine basis for puberty in heifers and ewes. *J Reprod Fert* (Suppl), **49**, 393-407.

RICORDEAU, G., BOUILLON, J., GAILLARD, A., LAJOUS, A. y LAJOUS, D., 1984. Modalités et caractéristiques de reproduction chez les caprins. Aspects génétiques. *Bull Tech d'Inform*, **391**, 367-381.

SNEDECOR, G.W. y COCHRAN, W.G., 1980. Statistical methods. 7ª Ed., Iowa State University Press, Ames, IA, 185 pp..

STEEL, R.G.D. y TORRIE, J.H., 1980. Principles and procedures of statistics. 2ª Ed., McGraw-Hill Company, New York, USA, 633 pp..

TORRANO, L. y VALDERRÁBANO, J., 1998. Determinación de la entrada en pubertad en cabras Blancas Celtibéricas nacidas en otoño mediante observación de celos y análisis de progesterona. *ITEA*, **94A (2)**, 101-108.

ACTIVIDAD OVULATORIA EN PRIMAVERA EN OVEJAS DE RAZA LATXA

I.Beltrán de Heredia, E. Ugarte, L. Bodin*, P. Chemineau**
NEIKER. Granja Modelo de Arkaute. Apdo. 46. 01080 VITORIA-GASTEIZ.
*INRA. Station d'Amélioration Génétique des Animaux. 31326 CASTENET-TOLOSAN. France.
**INRA. Physiologie de la Reproduction et des comportements. 37380 NOUZILLY. France.

INTRODUCCIÓN

La raza Latxa es una raza ovina de aptitud lechera que se ubica en latitudes templadas, y que como la mayoría de las razas ovinas, presenta una reproducción estacionaria. El período de actividad sexual corresponde a la época en la que la duración del día disminuye. Sin embargo por razones económicas, el sistema de producción en el que se encuadra tiende a que el período de cubrición se organice en una época diferente a la de la estación sexual, en anoestro estacionario.

Existen diferentes posibilidades para resolver este problema, como el uso de tratamientos hormonales y/o fotoperiódicos (Cognié, 1997; Chemineau et al., 1996). Sin embargo, esta solución es costosa, parcial y temporal, además de no estar en la línea de las directrices europeas, que encaminan la producción animal a sistemas compatibles con el medio ambiente, sin la intervención de productos exógenos, y a la obtención de productos de alta calidad.

Teniendo en cuenta estos principios, es de gran interés conocer el potencial que muestran los animales para reproducirse en épocas desfavorables, ya que nos indicaría la posibilidad de no recurrir a tratamientos que permitan la reproducción en períodos de anoestro estacionario.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el rebaño experimental de NEIKER (42,51ºN). Cada año la reproducción del rebaño se basa en la inseminación del 100% de los animales adultos en la segunda quincena de Agosto y uso de machos en monta natural para el retorno de celos.

La actividad ovárica de la totalidad de las ovejas adultas que presentaron parto anterior procedente de inseminación artificial o del primer retorno se midió en dos años consecutivos (1999 y 2000) en 3 ocasiones durante la primavera. Para ello, en cada ocasión se tomaron, con un intervalo de 8 días, dos muestras de sangre para dosificar la progesterona plasmática (Thimonier, 1989). Se considera que presentan actividad ovulatoria las ovejas que tienen niveles de progesterona igual o superiores a 1ng/ml. para una de las dos muestras recogidas en cada ocasión. El número total de animales muestreados fue de 146 siendo 68 el número de ovejas de las que se tomó muestra los dos años consecutivos analizándose cada año 107 animales. Durante 1999 las muestras se tomaron el 20 y 28 de mayo, 21 y 29 de junio y 20 y 28 de julio. En el año 2000 las muestras se recogieron los días 22 y 30 de mayo, 20 y 29 de junio y 20 y 28 de julio.

Los animales se pesaron en cada uno de los controles realizados mientras que la condición corporal se midió una vez por periodo.

El análisis estadístico se realizó mediante procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS (SAS/STAT, 1996) en el que se incluyeron como efectos fijos el año, la combinación entre número de parto y edad (5 niveles), la condición corporal (4 niveles: ...2.5; 2.6-3; 3.1-3.5; —3.6), el peso (5 niveles: ...49; 50-55; 56-59; 60-64; >64), el número de corderos nacidos (2 niveles: 1 y 2) en el parto anterior, el nivel de producción lechera

medido en función de la lactación tipificada a 120 días (3 niveles: alto, medio y bajo) y el intervalo entre la fecha de parto y la toma de la muestra medida en meses (2 niveles: 5 y 6 meses).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de ovejas que presentaron actividad ovulatoria en uno de los diferentes momentos del control se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1. Número y distribución de ovejas con actividad ovulatoria.

	1999	2000
Mayo	1	1
Junio	3	7
Julio	10	14
Total	12	20

Los datos de la tabla 1 muestran valores de actividad ovárica de un 11,2 % para el año 1999 y de un 18,7 % para el año 2000 lo cual coincide con valores que anteriormente se habían obtenido para esta raza (Urarte et al. ,1992) y que indicaría una baja potencialidad para reproducirse en primavera. Estos resultados difieren bastante de los obtenidos en otras razas mantenidas en latitudes similares como la Rasa (Forcada et al., 1992; Folch y Alabart, 1999), o el Mérinos d'Arles (Hanocq et al., 1999), en las cuales se observan más hembras cíclicas (35 y 28 %, respectivamente) en marzo y abril. En la tabla 2 se muestran los resultados correspondientes a aquellas ovejas de las que se tomó muestra los dos años consecutivos.

Tabla 2. Actividad ovárica comparativa entre 1999 y 2000

	Cíclica 1999	No cíclica 1999
Cíclica 2000	7	7
No cíclica 2000	2	52
Total 1999	9	59

Se aprecia una clara tendencia a repetir la aparición o no de la actividad ovulatoria en época de anoestro. De las 9 ovejas que presentaron actividad en 1999 y se volvieron a muestrear en el 2000, 7 vuelven a mostrar actividad mientras que de las 59 no activas que también se muestrearon en el año 2000, 52 repitieron los mismos resultados.

El análisis de varianza realizado indicó que el único efecto que es significativo es el nivel de producción de la oveja de forma que aquellos animales que producen más muestran valores menores de actividad ovárica. Así, en conjunto, sobre los dos años, el grupo de nivel de producción alto mostró una actividad ovárica del 10 %, frente al 20 % que mostró el grupo medio y el 27 % del nivel bajo. El efecto que la lactación tiene sobre el intervalo parto-primera ovulación en la oveja siempre se ha relacionado con restricciones alimentarias sufridas fundamentalmente en esta época (Kaldhi, 1984) no observándose diferencias en animales con una buena condición corporal (Rhind et al., 1980). Sin embargo, en este caso, no se trata de la lactación propiamente dicha sino diferencias en el nivel productivo de animales correctamente alimentados que no

presentan diferencias de peso (60,23 kg. ± 7,8 el grupo de nivel alto; 60,14 kg. ± 7,1 el nivel medio y 58,55 kg. ± 8,4 el nivel bajo).

La repetibilidad estimada por análisis de varianza es alta, (62 %) y confirma la observada a través de los datos brutos. Estos resultados son similares a los obtenidos en las razas Romanov e Ile-de-France (Thimonier, 1989), y nos indicarían que en este rebaño existen animales con potencialidad para reproducirse en época desfavorable sin necesidad de tratamientos hormonales y que posiblemente en esa raza también existe una variabilidad genética susceptible de ser explotada como se ha demostrado en otras razas como la raza Merinos d'Arles (Hancoq et al. 1999).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha podido realizar en parte gracias a una acción integrada de cooperación hispano francesa (HF 1999-0058) soportada por el Ministerio de Educación y Cultura español y el Ministerio de Asuntos Exteriores francés.

BIBLIOGRAFIA

Cognié, Y. 1998." Perspectivas tecnológicas en el control, de la reproducción de los rumiantes". ITEA. Vol. Extra (7): 289-312.

Chemineau, P.; Malpaux, B.; Pelletier, J.; Leboeuf, B.; Delgadillo, J. A.; Deletang, F.; Poble, T.; Brice, G. 1996. " Emploi des implants de mélatonine et des traitements photopériodiques pour maîtriser la reproduction saisonnière chez les ovins et les caprins". INRA, Prod. Anim. 9(1): 45-60.

Folch, J.; Alabart, J. L. 1999. "Respuesta al efecto macho de las ovejas Rasa Aragonesa según su estado cíclico tratadas o no con melatonina en primavera". ITEA: Vol extra 20 (2): 651-653.

Forcada, F.; Abecia, J. A.; Sierra, I. 1992. "Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body conditions levels". Samll Rum. Reseach, 8: 313-324.

Hanocq, E.; Bodin, L.; Thimonier, J.; Teyssier, J.; Malpaux, B.; Chemineau, P. 1999. "Genetic parameters of spontaneous spring ovulatory activity in Mérinos d'Arles sheep".Genet. Sel. Evol., 31: 77-90.

Kaldhi, G. 1984. "Variations saisonnières de l'activité ovarienne du comportement d'oestrus et de la durée de l'anoestrus post-partum des femelles ovines de la race Barbarine: Influence du niveau alimentaire et de la présence du mâle". Thèse de doctorat. Académie de Montpellier. France, 168pp.

SAS/STAT, 1996. Software: Changes and enhancements through release 6.11. Cary, NC. SAS Institute Inc. 1104 pp.

Rhind, S. M.; Robinson, J. J.; Chesworth, J. M.; Phillippo, M. 1980. "Effects of season, lactation and plane of nutrition on the reproductive performance and associated plasma LH and progesterone profiles in hormonally treated ewes". J. Reprod. Fert., 58: 127-139.

Thimonier, 1989. " Controle photopériodique de l'activité ovulatoire chez les brebis. Existence de rythmes endogènes". Thèse de doctorat. Université de Tours. France, 112 pp.

Urarte, E.; Cognié, Y.; Gabiña, D.; Beltrán de Heredia, F. 1992. "Tasa y momento de ovulación después del tratamiento hormonal en la oveja Latxa". 43rd Annual meeting of the EAAP. Vol. 2: 181.

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE NOVILLAS DE RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES MANEJADAS EN ZONAS DE MONTAÑA

García Paloma, J.A.(*) y Villa Terrazas, A. (**)

(*)SERIDA – Somió (Principado de Asturias. (**) Asociación de ganaderos de la raza Asturiana de los Valles (ASEAVA).

INTRODUCCIÓN

La producción de carne en Asturias proveniente de vacas de cría, es una actividad muy ligada al aprovechamiento de pastos en zonas de montaña. Su importancia no solamente radica en la obtención de un producto de calidad para un mercado cada vez más exigente, sino que contribuye de una forma significativa a fijar población en el medio rural y a mantener un patrimonio paisajístico modelado durante siglos. No obstante, su continuidad está comprometida por su escasa rentabilidad. El margen de actuación se reduce al incremento de la dimensión de los rebaños y a la superación de sus niveles de productividad, ya que los otros factores involucrados (subvenciones y precios de mercado), escapan al control del propio ganadero.

En la población de Asturiana de los Valles (RAV) se ha identificado el gen responsable de la hipertrofia muscular (gen HM). Por razones comerciales, los ganaderos han ido seleccionando los animales portadores de este gen, y hoy día, el porcentaje de vacas carentes de él ya se encuentra por debajo del 10%. En la bibliografía se ha descrito que las vacas portadoras del gen HM en homocigosis, son menos productivas que las heterocigotas o las carentes de él (Menissier, 1982, Myers et al., 1989). Mayor presentación de distocias, menor producción de leche, peor eficiencia reproductiva, y macroglosia en sus terneros que dificultan su capacidad de amamantamiento, son algunas de las limitaciones señaladas. El estudio del efecto de la presencia del gen HM y de factores de manejo sobre la productividad de la raza AV manejada en zonas de montaña, se está abordando desde 1997 en ganaderías colaboradoras gracias a un proyecto coordinado FICYT-ASEAVA. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos con las novillas de primera cubrición.

MATERIAL Y MÉTODOS

El manejo reproductivo de las cuatro ganaderías que colaboraron en el trabajo, se orientó a concentrar la paridera en los meses que proporcionan mayor rentabilidad a estos sistemas, (diciembre, enero, febrero). Durante el período 1997-2000, se contó con 77 novillas que iniciaron el período reproductivo en el mes de marzo (IPR). Desde enero hasta abril, permanecieron estabuladas en condiciones de oscuridad. Al IPR, se evaluó actividad ovárica cuantificando sus niveles de progesterona por el método ELISA, en dos muestreos distanciados 14 días. En los casos de anestro, se procedió al tratamiento con progestágenos (crestar o prid), y a evaluar la reactivación ovárica a los 14 días de su retirada. Se consideró actividad ovárica cuando la concentración de progesterona superó los 2 ng/ml. En las novillas cíclicas se aplicó prostaglandina cuando se decidió inseminar. La fecha considerada para fijar el IPR, fue el día de retirada del progestágeno, el día del tratamiento con prostaglandina o el día de la primera cubrición en las novillas no tratadas.

Parámetros reproductivos como variables dependientes:

- Anestro al IPR: si, no.
- Reactivación ovárica en novillas tratadas con progestágenos: si, no.
- Comportamiento reproductivo considerando todas las novillas: aceptable (IPR-preñez<45días), malo (> 44 días).

Factores asociados como variables independientes:

- Edad al IPR: joven (<19 meses), madura (>18 meses).
- Ganadero: MF, JJ, AS, SF.
- Año: 1997, 1998, 1999 y 2000.
- Genotipo: normal (carente del gen HM), aculonado (presencia del gen en heterocigosis), y culón (presencia en homocigosis). El genotipado se hizo en el Servicio de Genética Clínica de la U.C.M. según la metodología descrita por Grobet et al. (1997).
- Condición corporal al IPR: Utilizando una escala de 0-5 se utilizaron dos criterios, uno para las novillas culonas y otro para las aculonadas y normales: alta (>=3.25 o >=3), moderada (2.5 – 3 o 2.25 – 2.75), y baja (<=2.25 o <=2).

El efecto de los factores analizados sobre los parámetros reproductivos, se midió utilizando el procedimiento FREQ del programa estadístico SAS, a través del estadístico de Cochran-Mantel-Haenszel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se presentan las características de las novillas utilizadas en este trabajo. No hubo novillas de genotipo normal.

Tabla 1. Características de las novillas utilizadas en el trabajo (%).

	Ganadero				Media
	MF	JJ	AS	SF	general
Culonas	90	78	67	35	66
Maduras	81	89	67	78	79
Alta con.corp.	95	89	87	70	84
N=77	21	18	15	23	

En la Tabla 2, se pueden apreciar los factores que tuvieron significancia estadística sobre los parámetros reproductivos. Destaca el 83 % de anestro presentado, teniendo en cuenta que la mayoría de las novillas tuvieron una elevada condición corporal y una edad superior a los 18 meses. Se descarta el efecto del peso y de la condición corporal umbral sobre la pubertad encontrado por otros autores (Wiltbank, et al., 1985; Dunn, et al., 1992). Las novillas aculonadas presentaron una tasa más baja de anestro que las culonas ($p<0.05$), siendo a su vez

más numerosas en los años 1999 y 2000. Esta ventaja de las novillas aculonadas se perdió cuando descendió el nivel nutricional (ganaderos AS y SF). La relación entre el plano nutricional y el comportamiento reproductivo se ha señalado profusamente en la bibliografía (Short et al., 1988).

Tabla 2. Anestro, reactivación ovárica y comportamiento reproductivo de novillas AV (%).

		Año					Cularidad			Ganadero				
	promedio	1997	1998	1999	2000	p	Culona	Aculonada	p	MF	JJ	AS	SF	p
Anestro	83	95	94	79	63	**	90	69	*	86	78	93	78	n.s.
React. ovárica	71	50	76	73	100	**	74	67	n.s.	94	71	64	56	*
Ipr-preñez<45d	63	45	71	63	80	*	61	68	n.s.	74	59	53	65	n.s.

(p):significancia estadística. (**): p<0.01. (*): p<0.05. N.s: no significativa.

En cuanto a la reactivación ovárica, el año presentó un efecto significativo (p<0.001). En las ganaderías con un menor nivel nutricional (AS y SF), crestar produjo un 53 % de reactivación ovárica, frente a un 80 % en MF y JJ. Una menor vascularización subcutánea pudimos comprobar al poner los implantes en las dos primeras ganaderías. En el año 2000 se puso prid en todas las ganaderías con un 100 % de reactivación ovárica. El efecto significativo del ganadero también estuvo asociado al nivel nutricional. No se encontraron diferencias atribuibles al genotipo.

El año incidió significativamente en el porcentaje de novillas con intervalo IPR-preñez menor de 45 días (p<0.05). El año 1997 no debe considerarse ya que una de las ganaderías sufrió un proceso de tricomoniasis. Si las novillas no quedan preñadas en los primeros 45 días del PR, la probabilidad de retrasar su preñez se incrementa a partir de este momento como consecuencia de que el toro suele ir con las vacas paridas. Esta limitación no la tuvo el ganadero SF, ya que las novillas después de estar con el toro propio, coincidieron en los pastos comunales con otros toros.

Se concluye que las novillas de raza AV manejadas en zonas de montaña, y en mayor medida las culonas homocigotas tienen una limitación estacional severa para iniciar su actividad ovárica en el mes de marzo. Sin embargo la inducción con prid, permitió lograr un 80 % de partos en el período diciembre-febrero, en comparación con el 19 % que se suele dar en esta zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUNN, T.G. et al. 1992. J. Anim. Sci.70:1580-1593.
GROBET, L. et al. 1997. Nature Genetics, 17:71-74.
MENISSIER, F. 1982. Ed. King and Menissier. Martinus Nijhoff Publishers. Pp.23-53.
MYERS, T.R. et al. 1989. Domestic Anim. Endocrinol. 6:183-190.
SHORT, R.E. et al. 1988. Can J. Anim. Sci. 68:29-35.
WILTBANK, J.N. et al. 1985. J. Anim. Sci. 60:25-34.

REINICIO DE LA ACTIVIDAD FOLICULAR EN VACAS NODRIZAS SOMETIDAS A DIFERENTES NIVELES DE ALIMENTACIÓN ANTES Y DESPUÉS DEL PARTO

Sanz A., Casasús I., Bernués A., Revilla R.
Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.
Finca Experimental "La Garcipollera". SIA-DGA. Bescós 22710 Huesca.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas extensivos de montaña, los niveles nutricionales dependen en gran medida de la época del año en que paren las vacas. En este contexto, la vaca estará sometida a lo largo del año a diferentes niveles de alimentación, desencadenando importantes variaciones en su peso vivo y sus reservas corporales (Casasús et al., 1999). De ahí, la importancia de conocer cómo actúa la alimentación sobre la reproducción de las vacas nodrizas, haciendo hincapié en las interacciones que puedan establecerse entre los niveles de alimentación recibidos durante la invernada. El objetivo de este ensayo fue estudiar el efecto del plano de alimentación ofrecido antes y después del parto sobre los rendimientos productivos y el reinicio de la actividad folicular en las vacas nodrizas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo con 41 vacas multíparas de raza Parda Alpina con parto de otoño (fecha media de parto: 14 de Noviembre), ubicadas en la finca experimental "La Garcipollera" (Pirineo Oscense). Los animales se distribuyeron según un diseño 2x2, en función de los niveles energéticos preparto (100 *vs.* 65 MJ EM/d, para los lotes Alto y Bajo, respectivamente) y postparto (175 *vs.* 75 MJ EM/d, para los lotes Alto y Bajo, que cubrieron el 160% y el 75% de las necesidades teóricas de producción, respectivamente).

Las vacas y los terneros se pesaron semanalmente, y la condición corporal (CC) de las vacas se registró 4 meses antes del parto, en el parto y tres meses después del mismo. La producción lechera se midió los días 10 y 40 pp, mediante ordeño mecánico. La variación de pesos y CC de los animales ha sido referida a los tres primeros meses de lactación, coincidiendo con el inicio del periodo de cubriciones (Tabla 1).

Se realizaron ecografías ováricas en 4 animales de cada uno de los grupos AA, AB, BA y BB, iniciándose 7 días después del parto y prolongándose hasta la detección de la segunda ovulación o, en su caso, hasta el día 100 pp. Posteriormente, las vacas que no habían ovulado se controlaron mediante ecografía tres veces por semana, hasta que se detectó la segunda ovulación. Los niveles plasmáticos de progesterona se determinaron a partir de 3 muestras semanales de sangre, mediante RIA (125-Progesterona Coatria, bioMerieux). Las vacas se mantuvieron en experiencia hasta que los terneros fueron destetados (fecha destete: 16 de Marzo) y/o hasta la detección de la 2ª ovulación.

Se analizó el efecto de la alimentación sobre los parámetros productivos y reproductivos de los animales, mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, considerando como efectos fijos los niveles preparto y postparto y la interacción entre ambos. La comparación de frecuencias se realizó mediante el Test exacto de Fisher (procedimiento FREQ). La relación entre las variables se analizó mediante el coeficiente de correlación de Pearson (procedimiento CORR). En los resultados se expresan las medias mínimo-cuadráticas (LSMEANS), su separación con una probabilidad de error inferior al 5% y el error standard de la diferencia (e.s.d.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles energéticos impuestos en el ensayo provocaron las diferencias esperadas en peso vivo (PV) y CC al parto (670 *vs.* 540 kg y 3.1 *vs.* 1.98 de CC, para los lotes Alto y Bajo, respectivamente), así como durante el periodo postparto (Tabla 1). Las vacas que llegaron al parto con mayor CC fueron las que presentaron mayores pérdidas de peso en el nivel bajo postparto, mientras que en los niveles altos postparto, las vacas subnutridas durante el último tercio de gestación fueron las que más peso recuperaron. Según Ortigues (1991), esta interacción puede tener su origen en la adaptación fisiológica de los animales a situaciones de subnutrición.

El plano de alimentación recibido durante el final de la gestación afectó al peso de los terneros al nacimiento (PVT), que fue menor en aquéllos cuyas madres estuvieron subnutridas ($p<0.05$), como observaron otros autores (Spitzer et al., 1995). La producción (PLS) y composición de la leche se vieron afectadas por ambos niveles energéticos, preparto y postparto, reflejándose tales diferencias en las distintas ganancias diarias de los terneros (GMDT) registradas durante los tres primeros meses de lactación.

Tabla 1. Rendimientos productivos de los animales.

PREPARTO	Alto				Bajo					*Sign.*		
POSTPARTO	Alto		Bajo		Alto		Bajo		e.s.d.	Pre	Post	Pre*Post
n	12		12		9		8					
PV parto, kg	608.1	b	732.8	a	537.1	c	542.2	c	30.7	***	***	***
GMD 3 meses pp, kg	0.003	b	-1.125	c	0.944	a	-0.123	b	0.265	***	***	NS
CC 4 meses preparto	2.48	b	2.61	a	2.54	ab	2.54	ab	0.06	NS	NS	NS
CC parto	2.95	b	3.24	a	1.98	c	1.98	c	0.11	***	**	**
CC 3 meses pp	2.90	a	2.70	b	2.70	b	1.53	c	0.11	***	***	***
PVT nacimiento, kg	43.2	ab	48.2	a	41.2	b	39.8	b	4.1	*	NS	NS
GMDT 3 meses pp, kg	1.179	a	0.916	b	0.949	b	0.572	c	0.098	***	***	NS
PLS, kg/d	13.18	a	9.88	b	6.89	c	5.32	c	1.41	***	**	NS
Grasa, g/kg	53.3	a	50.5	ab	44.0	b	31.9	c	5.6	***	*	NS
Proteína, g/kg	42.1	a	36.9	b	40.6	a	33.5	c	1.5	**	***	NS

Letras distintas en la misma línea indican diferencias significativas ($p<0.05$)

La duración del anestro postparto estuvo determinada por los niveles de alimentación recibidos antes y después del parto, y por su interacción (Tabla 2). Este periodo anovulatorio se prolongó considerablemente en las vacas del lote BB, que precisaron más de 6 meses para reiniciar su actividad ovárica, sucediéndose de media 15 olas recurrentes de crecimiento y regresión de folículos dominantes antes de la primera ovulación.

Las reactivaciones con ciclo de tipo corto fueron más frecuentes en los tres lotes de vacas que más pronto reiniciaron su actividad ovárica, AA, AB y BA, como ya apuntaron Blasco y Revilla (1992). En estos casos, el intervalo medio entre la 1ª y la 2ª ovulación fue de 12.5 días.

Los niveles de subnutrición establecidos en los periodos preparto ($p<0.05$) y postparto ($p<0.05$) se relacionaron con una reducción en el tamaño de los dos primeros cuerpos lúteos (CL), de forma análoga a la reducción del 21 al 31% en el diámetro del CL observada por Bossis et al. (1999). Esta disminución en el tamaño del CL se podría explicar por la reducción en el diámetro del folículo ovulatorio

observada en condiciones de subnutrición (Sanz, 2000). En nuestro trabajo, y a excepción del lote BB, el segundo CL fue mayor al primero, como también señalaron Perry et al. (1991).

Lógicamente, el reinicio de la ciclicidad del conjunto de vacas del ensayo (n= 41) también estuvo determinado por los niveles preparto y postparto, y la interacción de ambos (Tabla 2). Las vacas que recibieron el nivel alto preparto presentaron las reactivaciones ováricas más tempranas. Por su parte, el efecto de la alimentación postparto estuvo subordinado al nivel preparto, afectando únicamente a la reactivación ovárica de las vacas con una baja CC al parto. Del mismo modo, Wright et al. (1992) señalaron que la nutrición postparto sólo actúa cuando la CC al parto es inferior a 2.25. En nuestro ensayo, la relación de la duración del anestro postparto con la CC al parto fue elevada ($r=-0.71$, $p<0.001$), como también lo fue, evidentemente, con la CC a los 3 meses del parto ($r=-0.92$, $p<0.001$). La nutrición actuaría sobre la incidencia de ovulación alterando la frecuencia de pulsos de LH (Wright et al., 1992), como puso de manifiesto la relación negativa de la pulsatilidad media de LH con la duración del anestro postparto ($r=-0.65$, $p<0.01$) observada por Sanz (2000).

De estos resultados cabe concluir que la alimentación preparto fue la que determinó el número de olas foliculares previas a la primera ovulación y la duración del anestro postparto, modulando además la intensidad del efecto de la alimentación postparto sobre la reactivación ovárica postparto.

Tabla 2. Características de la reactivación ovárica postparto.

PREPARTO	Alto				Bajo					*Sign.*		
POSTPARTO	Alto		Bajo		Alto		Bajo		e.s.d.	Pre	Post	Pre*Post
n (control ecográfico)	4		4		4		4					
Nº olas a 1ª ovulación	0.50	c	1.25	c	3.75	b	15.25	a	0.88	***	***	***
Anestro postparto, d	18.75	c	26.00	c	55.5	b	192.2	a	9.48	***	***	***
Nº ciclos cortos	4/4	a	2/4	b	3/4	a	0/4	b	-	*NS*	*	-
Intervalo 1ª-2ª ovulación, d	12.00	b	13.00	b	12.5	b	20.80	a	4.36	*NS*	*0.05*	*NS*
∅ 1er Cuerpo lúteo	20.38	a	20.00	a	20.1	a	16.00	b	2.40	*	*	*
∅ 2º Cuerpo lúteo	22.25	a	21.30	a	23.0	a	15.63	b	2.44	*	*	*
n	12		12		9		8					
Anestro postparto,d	27.4	c	33.7	c	69.4	b	194.4	a	10.8	***	***	***

Letras distintas en la misma línea indican diferencias significativas ($p<0.05$)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blasco y Revilla, 1992. *12th International Congress on Animal Reproduction, The Hague* 27-29.
- Bossis et al., 1999. *Journal of Animal Science* 77: 1536-1546.
- Casasús et al., 1999. *I.T.E.A. Producción Animal* Vol. Extra 20: 568-570.
- Ortigues, 1991. *Reproduction, Nutrition, Development* 31: 593-616.
- Perry et al., 1991. *Journal of Animal Science* 69: 2548-2555.
- Sanz, 2000. *Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza*, 224 pp.
- Wright et al., 1992. *Animal Production* 55:41-46.
- Spitzer et al., 1995. *Journal of Animal Science* 73: 1251-1257.

Agradecimientos

A A.Bergua, J.M.Acín, M.A.Pueyo, J.Casaus y J.Sarasa por el seguimiento de las experiencias. Trabajo financiado por el proyecto *INIA SC 98-44*. Beca concedida por el SIA (DGA).

EFECTO A CORTO PLAZO DE LA REDUCCIÓN ENERGÉTICA AGUDA Y DE LA PRESENCIA CONTINUA DEL TERNERO CON LA MADRE SOBRE LA POBLACIÓN FOLICULAR OVÁRICA (RESULTADOS PRELIMINARES)

Sanz A., Bernués A., Casasús I., Revilla R.
Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.
Finca Experimental "La Garcipollera". SIA-DGA. Bescós 22710 Huesca.

INTRODUCCIÓN

La reducción del periodo de estabulación de las vacas nodrizas con parto de otoño puede ser necesaria desde el punto de vista de la rentabilidad y el manejo de la explotación. Sin embargo, los efectos asociados a esta medida, reducción de los niveles de alimentación y presencia constante del ternero con la madre, pueden traducirse en importantes pérdidas reproductivas en los rebaños de vacas nodrizas (Sanz, 2000). En esta situación, es preciso un periodo de estabulación invernal mínimo que asegure el mayor porcentaje de vacas cíclicas en el momento de la salida al pasto, teniendo en cuenta que, en nuestras condiciones de trabajo, la duración media del anestro postparto es de 44.6 ± 32.1 días (Revilla, 1997).

En la presente comunicación se muestran los resultados preliminares de un ensayo realizado con el objeto de analizar la dinámica folicular en vacas con parto de otoño sometidas, a partir del día 50 postparto, a una reducción energética aguda y a la presencia constante del ternero con la madre.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 40 vacas multíparas de raza Parda Alpina con los partos concentrados en otoño (fecha media de parto: 18 de Octubre). Después del parto y hasta el día 50 pp, todos los animales recibieron un nivel de alimentación que cubrió el 100% de sus necesidades teóricas de producción. Durante este periodo los terneros se mantuvieron separados de sus madres en un cubículo, mamando únicamente durante dos periodos diarios de 20 minutos (Acceso Restringido), manejo habitual de la zona. El periodo de pastoreo invernal se simuló mediante la reducción del nivel de alimentación y la presencia constante del ternero: a partir del día 50 pp y hasta el final de la experiencia (día 150 pp), las vacas se distribuyeron en cuatro lotes experimentales según un diseño 2x2, en función del nivel de alimentación (100% *vs.* 50% de sus necesidades teóricas de producción) y del acceso del ternero a la madre (Restringido (AR) *vs.* Libre (AL)).

Se registraron los pesos de los animales semanalmente, y la condición corporal (CC) de las vacas al parto, el día 50 pp y al final de la experiencia. Se determinó la producción lechera los días 50 y 150 pp mediante ordeño mecánico.

Desde el día 30 hasta el día 70 pp se realizaron dos ecografías ováricas semanales por vía rectal (Aloka SSD-500V, sonda de 7.5 MHz) en seis animales de cada lote. Se registraron todos los folículos mayores de 3 mm, que posteriormente fueron clasificados en tres clases: pequeños (< 5 mm), medianos (≥ 5 mm y < 10 mm) y grandes (≥ 10 mm). Para determinar los niveles plasmáticos de progesterona se tomaron tres muestras semanales de sangre, desde el día siguiente al parto hasta el final de la experiencia (muestras pendientes de análisis mediante RIA).

Para analizar el efecto del nivel de alimentación (Alto *vs.* Bajo) y del manejo del ternero (AR *vs.* AL) sobre los parámetros productivos y la dinámica folicular se utilizó el procedimiento GLM (paquete estadístico SAS), incluyendo como efectos fijos la alimentación, el manejo del ternero y la interacción entre ambos factores. Se analizaron también los efectos del animal, día de control y periodo de control

(periodo 1: días 30-50 pp; periodo 2: días 50-70 pp) sobre los parámetros foliculares, mediante el procedimiento MIXED, aunque no fueron significativos y se eliminaron de los modelos. Los resultados se expresan como las medias mínimo-cuadráticas (LSMEANS) y el error standard de la diferencia (e.s.d.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuatro lotes experimentales presentaron similares pesos y condiciones corporales (CC) tanto en el momento del parto como el día 50 pp (Tabla 1). La producción lechera (PLB) el día 50 pp tampoco difirió entre los diferentes lotes. Posteriormente, la restricción energética aplicada desencadenó elevadas pérdidas de peso en las vacas, en relación a las que se mantuvieron con el nivel energético inicial (-0.154 *vs.* -1.614 kg/d, para los lotes Alto y Bajo, respectivamente), así como unos menores crecimientos de los terneros (GMDT) (0.808 *vs.* 0.417 kg/d, para los lotes Alto y Bajo, respectivamente). El manejo aplicado al ternero a partir del día 50 pp no afectó a ninguno de los parámetros productivos analizados.

Tabla 1. Rendimientos productivos de los animales durante el periodo de estudio.

N. Alim. > día 50 pp	ALTO		BAJO			*Sign.*		
Cría > día 50 pp	A. Libre	A. Restr.	A. Libre	A. Restr.	e.s.d.	N. Alim.	Cría	N*C
n	10	10	10	10				
PV parto, kg	622.6	586.5	569.1	586.2	36.6	NS	NS	NS
CC parto	2.58	2.56	2.57	2.61	0.08	NS	NS	NS
CC día 50 pp	2.60	2.48	2.51	2.53	0.07	NS	NS	NS
GMD parto-50 dpp, kg	-0.086	-0.227	-0.302	-0.224	0.252	NS	NS	NS
GMD 50-70 dpp, kg	-0.227	-0.081	-1.614	-2.079	0.442	***	NS	NS
PLB día 50 pp, kg/día	8.38	8.39	7.71	7.59	1.56	NS	NS	NS
PVT nacimiento, kg	42.2	39.7	38.9	42.8	3.1	NS	NS	NS
GMDT nto-50 dpp, kg	0.798	0.685	0.742	0.833	0.126	NS	NS	NS
GMDT 50-70 dpp, kg	0.842	0.775	0.445	0.389	0.100	***	NS	NS

El número medio de folículos menores de 5 mm fue independiente de la dieta que recibieron las vacas a partir del día 50 pp (8.2 ± 2.7) (Tabla 2; Figura 1). Sin embargo, la subnutrición energética se relacionó con un incremento en la suma de folículos medianos ($p<0.05$), reduciéndose la cantidad de folículos grandes ($p<0.001$). Por el contrario, en el plano de alimentación alto se observó un aumento significativo en el total de folículos grandes, de forma similar a lo descrito por Nolan et al. (1998).

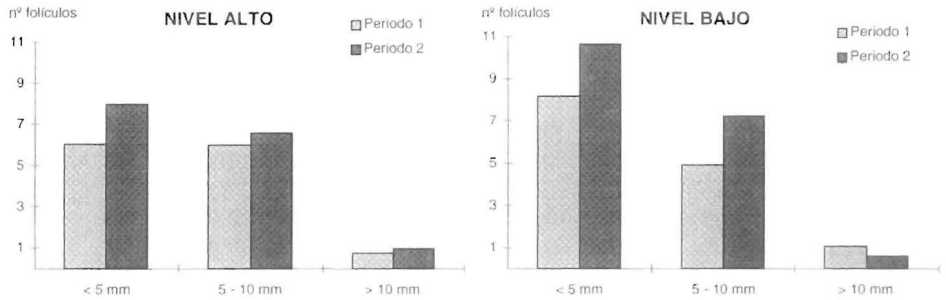
El nivel de alimentación también afectó al diámetro del mayor folículo presente en los ovarios. Durante las tres semanas siguientes al día 50 pp, dicho diámetro aumentó en 0.8 mm en las vacas del lote alto, reduciéndose en 2.1 mm en las del lote bajo. Este efecto de la subnutrición sobre el diámetro folicular máximo ya se ha descrito en trabajos anteriores (Stagg et al., 1995; Sanz, 2000), si bien en estos casos el periodo de estudio fue más amplio, prolongándose durante todo el postparto. En este sentido, Mackey et al. (2000) han sugerido la existencia de un nivel de alimentación umbral (40-60% de las necesidades energéticas) por debajo del cual, la subnutrición actuaría a muy corto plazo sobre el desarrollo folicular, como se ha observado en el presente ensayo. Esta rápida acción de la subnutrición sobre la dinámica folicular no estaría mediada por la LH, sino por factores locales a nivel ovárico, estimulados posiblemente por la insulina (Khireddine et al., 1998) o por la caída en la concentración plasmática de IGF-I (Mackey et al., 2000).

No se observaron diferencias debidas al tipo de acceso del ternero a la madre ni en el número de folículos de las distintas categorías, ni en el diámetro folicular máximo.

Tabla 2. Número de folículos y diámetro del mayor folículo observados.

N. Alim. > día 50 pp		ALTO		BAJO			*Sign.*		
Periodo		1	2	1	2	e.s.d.	N. Alim.	Cría	N*C
n		36	36	36	36				
nº folículos	< 5 mm	6.05	8.00	8.14	10.64	0.82	NS	NS	NS
	5 - 10 mm	6.00	6.59	4.89	7.22	0.84	*	NS	NS
	> 10 mm	0.76	0.96	1.03	0.56	0.14	***	NS	NS
Diámetro máximo, mm		10.45	11.32	12.07	9.94	0.63	***	NS	NS

Figura 1. Efecto del nivel de alimentación aplicado a partir del día 50 pp (periodo 2) sobre las tres categorías de folículos analizadas.



Los resultados de este ensayo indican que la presencia constante del ternero con la madre no tuvo repercusiones negativas sobre la población folicular o los rendimientos productivos del rebaño. Sin embargo, la restricción energética aguda aplicada a partir del día 50 pp afectó de forma importante a las ganancias de los animales, alterando a muy corto plazo el crecimiento folicular ovárico. Este efecto negativo de la subnutrición energética sobre la población folicular se ha relacionado con un retraso en la reactivación ovárica postparto (Sanz, 2000) y con un incremento en la mortalidad embrionaria del rebaño (Robinson, 1986). En vacas que presentan una CC al parto próxima a 2.5, y a la espera de conocer la duración del anestro postparto y la tasa de fertilidad de las vacas del ensayo (análisis de progesterona), estos resultados sugieren la conveniencia de suplementar a los animales durante el periodo de pastoreo invernal, con el propósito de asegurar la ciclicidad y la futura gestación de las vacas nodrizas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Khireddine et al., 1998. *Theriogenology* 49: 1409-1423.
- Mackey et al., 2000. *Journal of Animal Science* 78: 429-442
- Nolan et al., 1998. *Theriogenology* 50: 1263-1274.
- Revilla, 1997. *1er Congreso ibérico de reproducción animal.* Estoril (Portugal), 66-85.
- Robinson, 1986. *Embryonic mortality in farm animals. M.Nijhoff,* pp 235-248.
- San Juan et al., 1994. *7ª Jornadas Internacionales de Reproducción Animal,* Murcia, 224.
- Sanz, 2000. *Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza,* 224 pp.
- Stagg et al., 1995. *Animal Reproduction Science* 38: 49-61.

Agradecimientos

A A.Bergua, J.M.Acín, M.A.Pueyo, J.Casaus y J.Sarasa por el seguimiento de las experiencias. Trabajo financiado por el proyecto *INIA SC 98-44.* Beca concedida por el SIA (DGA).

EFECTO DE LA MELATONINA Y LA CONDICION CORPORAL SOBRE LA RESPUESTA AL EFECTO MACHO DE OVEJAS DE RAZA RASA ARAGONESA

Zúñiga O., Abecia J.A., Forcada F., Valares J.A.
Dept Producción Animal y Ciencia de los Alimentos
Facultad de Veterinaria Zaragoza

INTRODUCCION

A diferencia de las razas del Norte de Europa, las ovejas mediterráneas presentan un periodo de anoestro estacional corto, especialmente cuando ciertos factores de índole social (efecto macho) o nutricional son manejados correctamente. En particular, la raza Rasa Aragonesa muestra un anoestro de menos de 100 días, entre abril y julio, aunque un 20-40% de las ovejas puede mostrar ciclos durante todo el año (Forcada et al., 1992).

La melatonina, en forma de implantes subcutáneos, se viene utilizando como un método para avanzar el inicio de la actividad sexual de las ovejas. Tradicionalmente, los tratamientos con melatonina se acompañan de la aplicación del efecto macho para optimizar los resultados reproductivos. Además, se ha observado un aumento de la tasa de ovulación (TO) tras tratamientos con melatonina, especialmente en ovejas que presentaban una baja condición corporal (CC) (Forcada et al., 1995; Rondón et al., 1996).

Este experimento se diseñó con el objetivo de determinar si la respuesta al efecto macho – medida a través del estudio de los acontecimientos ováricos que se dan tras la introducción de los moruecos y de la TO (s modifica por el tratamiento con melatonina).Se ha estudiado además la posible modulación del nivel de reservas corporales (medido a través de la CC) en este proceso.

MATERIAL Y METODOS

Se han utilizado 42 ovejas adultas de raza Rasa Aragonesa, con un peso vivo medio de 51,5±1,2 kg y una CC de 2,87±0,07, previamente aisladas de los moruecos durante al menos 2 meses. El experimento tuvo un diseño factorial 2 x 2. Así, el 12 de abril los animales se dividieron en 2 grupos sobre la base de su CC: lote alto (A), <2,50, n=22, y lote bajo (B), ≥2,75, n=20. Fueron alimentados en grupo con una ración que cubría 1,50 y 1,25 veces las necesidades de mantenimiento, para los lotes A y B, respectivamente. El mismo día, los animales recibieron (M, n=21) o no (C, n=21) un implante subcutáneo en la base de la oreja izquierda conteniendo 18 mg de melatonina (Melovine®, CEVA Salud Animal, Barcelona). De este modo, se obtuvieron 4 lotes: AM (n=11), BM (n=10), AC (n=11) y BC (n=10).

El 17 de mayo (Día 0), 35 días tras la colocación de los implantes, se introdujeron en el rebaño 6 moruecos provistos de mandil para provocar un efecto macho. Los celos se observaron diariamente a las 8 de la mañana. La TO se determinó por laparoscopia 6 días tras la identificación positiva de un celo. Las detecciones de celos continuaron hasta 40 días después de la introducción de los machos.

Con objeto de determinar el porcentaje de animales cíclicos (ovulando) al colocar los implantes y al introducir los machos, se tomaron muestras de sangre el 13 y 16 de abril y el 6 y 10 de mayo, respectivamente, analizándose los niveles plasmáticos de progesterona. Además, se recogieron muestras de sangre los días 0, 1, 2, 3 y 4, y a partir del día 8 hasta el 22, dos veces a la semana, con objeto de determinar los acontecimientos ováricos que se dan tras la introducción de los

machos (ciclos cortos y/o ovulaciones silenciosas). Niveles de progesterona superiores a 0,5 ng/ml definieron una ovulación.

El análisis de progesterona plasmática se realizó con kits RIA (CIS España). La sensibildad del ensayo fue de 0,05 ng/ml, con unos coeficientes de variación intra- e inter-ensayo de 13,6 y 15,7%, respectivamente.

Los criterios utilizados para evaluar la respuesta de los animales al efecto macho fueron: i) porcentaje de ovejas cíclicas al colocar los implantes de melatonina; ii) porcentaje de ovejas cíclicas al introducir los machos; iii) porcentaje de ovejas mostrando celo; iv) porcentaje de ovejas mostrando ovulaciones silenciosas tras introducir los machos; v) TO de los 3 ciclos sexuales estudiados, y vi) número de ciclos presentados (máximo 3).

La incidencia de actividad sexual y el porcentaje de animales mostrando ciclos y/o ovulaciones silenciosas se comparó con la prueba de X^2. Un análisis de varianza 2x2 evaluó el efecto de la CC y el tratamiento con melatonina sobre la TO.

RESULTADOS Y DISCUSION

El porcentaje de ovejas cíclicas en el momento de colocar los implantes fue similar en los cuatro grupos considerados; sin embargo, se observó un efecto significativo de la CC sobre este parámetro 35 días más tarde, presentando las ovejas con un menor engrasamiento unos niveles de ciclicidad significativamente superiores ($p<0,05$) (Tabla 1). A pesar de ello, tras la introducción de los machos, todas las ovejas M mostraron signos de estro, mientras que en el caso del grupo control lo hicieron un 62% de los animales ($p<0,01$), sin efecto alguno de la CC. Estas diferencias se mantuvieron incluso cuando se consideraron tan sólo las ovejas no cíclicas (100% vs 33% para los grupos M y C, respectivamente, $p<0,01$). Esta superioridad es paralela al porcentaje de ovejas anovulatorias que experimentaron ovulaciones silenciosas tras la presencia de los machos ($p<0,05$).

Independientemente de los grupos experimentales, las ovejas cíclicas en el momento de introducir los machos mostraron signos de celo dentro de los primeros 17 días (10,0±2,9). Considerando las ovejas no cíclicas que mostraron estro, el día medio de éste fue el 26,1±1,9. Esto es el resultado de la presencia de 3 ovejas con un primer ciclo de duración normal pero silencioso (niveles elevados de progesterona los días 2,4 u 8), además de 14 ovejas que presentaron niveles de progesterona elevados desde el día 11 en adelante, hecho que indica la presencia de un primer ciclo corto. La presentación media del primer celo en estos animales fue el día 16,5±0,7 y 28,4±1,9, respectivamente. Estos acontecimientos ováricos son similares a los descritos en un efecto macho (Martin et al., 1986), no viéndose modificados por el tratamiento con melatonina.

Se observó un efecto significativo ($p<0,05$) del tratamiento con melatonina sobre la TO media del primer (M: 1,62±0,11; C: 1,31±0,13) y tercer ciclos estudiados (M: 1,73±0,12; C: 1,27±0,14). El tratamiento con melatonina no modificó la TO media de los animales de CC ≥2.75 (Figura 1); sin embargo, considerando sólo los animales más delgados, las ovejas tratadas con melatonina presentaron una TO significativamente superior ($p<0,05$) que las control, de similar CC. El análisis factorial reveló un efecto significativo tanto del tratamiento con melatonina como de la CC en el tercer ciclo mostrado por las ovejas ($p<0,05$ en ambos casos). Esta mejora en la TO causada por la melatonina, y su interacción con la CC coinciden con lo ya observado por nuestro grupo en la misma raza o en genotipos similares (Forcada et al., 1995; Rondón et al., 1996).

En conclusión, el tratamiento con melatonina parece no modificar la respuesta habitual al efecto macho, aunque provoca un claro efecto sobre la TO, al menos hasta el tercer ciclo, especialmente en aquellos animales con una CC más baja.

AGRADECIMIENTOS

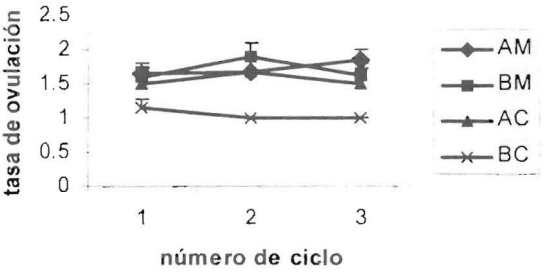
Este trabajo ha sido financiado por CICYT (Proyecto AGF 98-0575)

Tabla 1. Porcentaje de ciclicidad ovárica y de ovejas mostrando comportamiento de celo tras la introducción de los machos (17 mayo) en ovejas de CC ≥2.75 (A) ó <2,50 (B), tratadas (M) o no (C) con melatonina (12 abril).

	AM	BM	AC	BC	Efecto Melat	Efecto CC
n	**11**	**10**	**11**	**10**		
% ciclicidad al implantar	9	20	9	30	ns	ns
% ciclicidad al introducir machos	**9**	**60**	**9**	**50**	**ns**	*
% ovejas mostrando celos	100	100	54	70	**	ns
% ovejas no cíclicas al introducir machos mostrando celos	**100**	**100**	**50**	**40**	**	**ns**
% ovejas mostrando ovulaciones silenciosas (sólo no ciclicas)	80	75	40	40	*	ns

* p<0,05 ** p<0,01 ns, no significativo

Figura 1. Tasa de ovulación (±e.s.) de los tres primeros ciclos sexuales tras un efecto macho (17 mayo) en ovejas de CC ≥2,75 (A) ó <2,50 (B), tratadas (M) o no (C) con melatonina (12 abril).



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Forcada F, Abecia JA, Sierra I. 1992. Small Rum Res, 8: 313-324
Forcada F, Zarazaga L, Abecia JA. 1995. Theriogenology, 43: 1179-1193.
Martin G, Oldham C, Cognie Y, Pearce D. 1986. Livest Prod Sci, 15: 219-247.
Rondón Z, Forcada F, Zarazaga L, Abecia JA, Lozano JM. 1996. Anim Reprod Sci, 41: 225-236.

MODIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD DOPAMINÉRGICA EN LA INHIBICIÓN DE LA LIBERACIÓN DE LH MEDIANTE EL TRATAMIENTO CON MELATONINA EN OVEJAS RASA ARAGONESA OVX + E2

Zúñiga, O., Forcada, F., Abecia, J.A., Valares, J.A.
Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos
Facultad de Veterinaria. Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La ausencia de actividad ovárica durante el anoestro estacional en la especie ovina se caracteriza por una incapacidad para producir pulsos de LH con la frecuencia con la que se observan en la época de actividad sexual. Estos cambios en la secreción de LH desde la hipófisis vienen controlados principalmente por la retroacción del estradiol ovárico sobre la secreción hipotalámica de GnRH (Barrell et al, 1992). Parece que en esa acción negativa del estradiol intervienen diferentes sistemas neuronales entre los que encuentra el sistema dopaminérgico. Diversos trabajos han demostrado que el antagonista dopaminérgico pimozide es capaz de aumentar la frecuencia de pulsos de LH en anoestro tanto en hembras enteras (Meyer y Goodman, 1985) como en hembras ovx + E2 (Meyer y Goodman, 1986; Le Corre y Chemineau, 1993; Forcada et al, 1997)

Los implantes de melatonina son utilizados para el adelanto de la estación sexual, induciendo la presencia de elevadas concentraciones plasmáticas de melatonina durante las 24 horas del día, por lo que se produce en el animal una respuesta del tipo de la que tiene lugar durante los días cortos (O´Callaghan et al, 1991) aumentando la frecuencia de descarga de LHRH y de LH a los 40-60 días de la colocación del implante (Viguié et al, 1995). Además, la estimulación de la secreción de LH inducida por los días cortos viene acompañada por una disminución significativa de la actividad dopaminérgica en la eminencia media, medida tanto por el contenido de dopamina como por la actividad de la tiroxina-hidroxilasa, que es la enzima tasa-limitante en la síntesis de las catecolaminas (Viguié et al, 1996)

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente trabajo se dispuso de 14 hembras adultas de raza Rasa Aragonesa, ovariectomizadas a finales del mes de enero e implantadas con estradiol el día 9 de marzo de 2000, a las que se les colocó un implante de melatonina (Melovine®, CEVA Salud Animal, Barcelona) en la base de la oreja el día 21 de ese mismo mes (día 0). Hacia mitad de abril, las ovejas fueron divididas en dos grupos homogéneos en peso vivo y condición corporal y alojadas en jaulas individuales, recibiendo dos planos de alimentación para cubrir 1.5 (lote ALTO; n=8) ó 0.5 (lote BAJO; n=6) veces las necesidades de mantenimiento. El día 56 (16 mayo, anoestro temprano) se llevó a cabo un test para analizar la secreción de LH en el que se obtuvieron muestras de sangre (mediante catéteres en la vena yugular) a lo largo de 8 horas y a intervalos de 15 minutos. Las primeras 4 horas son consideradas como control y en las segundas 4 horas se evalúa la respuesta a una inyección del antagonista dopaminérgico pimozide a una dosis de 0,08 mg/kg de peso vivo. Tras el test los animales son alojados de nuevo en boxes comunales, en los que son alimentados con raciones de mantenimiento. Exactamente con la misma

metodología se llevó a cabo un segundo test de LH el día 114 (13 julio, anoestro tardío) también tras un periodo previo de tratamiento alimenticio y adaptación a las jaulas individuales. Todas las muestras extraídas se analizaron para LH evaluándose la concentración media, la amplitud y la frecuencia de pulsos para cada uno de los dos periodos (pre y post inyección del pimozide). Asimismo, también se evaluaron los niveles plasmáticos de melatonina a partir de 6 muestras de sangre (4 nocturnas y 2 diurnas) obtenidas el día 30 tras la colocación de los implantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento alimenticio no tuvo efecto sobre la secreción de LH en ninguno de los dos tests realizados, puesto que no se observan diferencias significativas entre los dos lotes en los niveles de LH a lo largo del periodo control.

Respecto a los resultados en anoestro temprano, el pimozide mejoró significativamente la concentración media y amplitud de pulsos de LH ($p<0,05$) pero sólo en el caso del lote bajo de alimentación; asimismo, también se observa una cierta tendencia en este mismo lote para la frecuencia de pulsos ($p=0,08$). En cambio no existe modificación alguna de los parámetros estudiados en el lote alto (Tabla 1)

Por contra, en el test de julio (anoestro tardío) el efecto del antagonista dopaminérgico sobre la concentración y amplitud medias es significativo (al menos de $p<0,05$) tanto para el lote alto como para el bajo. En el caso de la frecuencia, el aumento tras la inyección es significativo en el lote alto ($p<0,05$) aunque hay una clara tendencia a la significación también en el lote bajo ($p=0,06$) (Tabla 1)

Ante la ausencia de efecto de la alimentación, se puede considerar que todos los animales parten de una secreción de LH de características muy similares, por lo que se realizó también un segundo estudio estadístico agrupándolos a todos en un único grupo, obteniéndose así datos de interés (Tabla 2). El hecho de que sólo existan efectos claramente significativos de la inyección del antagonista en el mes de julio es algo que llama la atención. Trabajos previos de este mismo grupo (Forcada et al, 1997) destacan un mayor efecto del pimozide al inicio del anoestro, por lo que se viene considerando que al principio de dicha época (en una situación fotoperiódica de fotorrefractariedad a días cortos) el sistema dopaminérgico es el que actúa como principal mediador en la inhibición que el estradiol ejerce sobre la secreción de GnRH desde el hipotálamo (Kao et al, 1992; Le Corre y Chemineau, 1993), mientras que al final del anoestro esa mediación no resulta tan clara, y puede que tengan un mayor efecto otros sistemas adicionales como puede ser el serotoninérgico. No obstante, en el presente trabajo todas las ovejas utilizadas estaban implantadas con melatonina, y además los análisis realizados demostraron el correcto funcionamiento de los implantes a los 30 días de su colocación. Por lo tanto, es posible que a los dos meses de la implantación, la melatonina haya podido reducir la actividad dopaminérgica, mientras que la eficacia del pimozide en la mejora de la liberación de LH en el segundo test, en julio, pueda deberse a un estado de fotorrefractariedad a los días cortos inducido por los implantes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por CICYT (Proyecto AGF 98-0575)

Tabla 1. Concentración media (ng/ml), amplitud (ng/ml) y frecuencia de pulsos (pulsos/4 h) de LH (media ± e.s.) en los periodos de control (pre) y tras la inyección de pimozide (post) en función de la época y del lote de alimentación.

		Anoestro temprano		Anoestro tardío	
		ALTO	BAJO	ALTO	BAJO
Concentración	Pre	3,1±0,8	1,8±0,7	1,5±0,4 *	1,7±0,4
	Post	3,0±0,6	3,0±0,9 *	2,2±0,6	2,7±0,5 **
Amplitud	Pre	5,1±0,8	3,7±1,0	2,9±0,5 *	2,7±0,3 *
	Post	4,8±0,5	4,5±1,1 *	4,0±0,8	3,9±0,6
Frecuencia	Pre	1,9±0,3	1,2±0,5 p=0,08	1,3±0,3 *	1,7±0,3 p=0,06
	Post	1,9±0,4	2,3±0,3	2,0±0,5	2,7±0,4

Tabla 2. Concentración media (ng/ml), amplitud (ng/ml) y frecuencia (pulsos/4 h) de pulsos de LH (media ± e.s.) en los periodos de control (pre) y tras la inyección de pimozide (post) sólo en función de la época de realización del test, sin tener en cuenta el lote de alimentación

		Anoestro temprano	Anoestro tardío	
Concentración	Pre	2,5±0,5	1,6±0,3	**
	Post	3,0±0,5	2,4±0,4	
Amplitud	Pre	4,6±0,6	2,8±0,3	**
	Post	5,3±0,5	4,1±0,5	
Frecuencia	Pre	1,6±0,3	1,4±0,2	*
	Post	2,1±0,3	2,3±0,3	

*, $p<0,05$; **, $p<0,01$

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrell, G. K., et al, 1992. ***Biol Reprod***, 46: 1130-1135
Forcada, F., et al, 1997. ***Animal Science***, 65: 217-224
Kao, C., et al, 1992. ***Biol Reprod***, 46: 425-434
Le Corre, S., Chemineau, P., 1993. ***J Reprod Fert***, 97: 367-373
Meyer, S.L., Goodman, R.L., 1985. ***Endocrinology***, 116: 2054-2061
Meyer, S.L., Goodman, R.L., 1986. ***Biol Reprod***, 35: 562-571
O'Callaghan, D., et al, 1991. ***Biol Reprod***, 45: 927-933
Viguié, C., et al, 1995. ***Biol Reprod***, 52: 1114-1120
Viguié, C., et al, 1996. ***J Neuroendocrinology***, 8: 465-474

EVOLUCIÓN DE LAS CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS DE MELATONINA DESDE EL NACIMIENTO HASTA EL COMIENZO DE LA PUBERTAD EN LA MUFLONA (*Ovis gmelini musimon*)

J. Santiago-Moreno; A. del Campo Vecino; A. González-Bulnes; R.M. García-García; B. Cabellos Caballero; A. López-Sebastián y A. Gómez-Brunet

Dpto. Reproducción Animal y Conservación de Recursos Zoogenéticos. SGIT-INIA. Avda. Puerta de Hierro Km 5,9. 28040 Madrid.

INTRODUCCION

En todos los mamíferos, la información del fotoperiodo es transmitida a la glándula pineal, donde la melatonina es sintetizada y posteriormente liberada a la circulación general siguiendo un ritmo circadiano, caracterizado por la existencia de altas concentraciones durante la noche y niveles basales durante el día (Arendt, 1995). En ovejas, algunos autores indican que las diferencias entre los niveles nocturnos y diurnos se detectan ya en la primera semana después del nacimiento (Claypool et al., 1989; Gómez-Brunet et al., 2000), mientras que otros (Nowak et al.,1990) manifiestan que esta diferencia no se establece hasta las 3-4 semanas de edad. En el presente trabajo se analizan las variaciones en las concentraciones plasmáticas de melatonina en corderas muflonas (*Ovis gmelini musimon*) desde el nacimiento hasta las 32 semanas de edad, momento en que comienza la pubertad en esta especie (Santiago-Moreno et al., 2000) con el fin de determinar: i) en que momento a lo largo del desarrollo post-natal se establece el ritmo de secreción día/noche de melatonina; ii) a que edad los niveles nocturnos de melatonina alcanzan valores similares a los de las muflonas adultas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 13 corderas muflonas nacidas en el mes de Marzo, en el Dpto. Reproducción Animal y C.R.Z, Madrid (40° 25'N), que se mantuvieron con sus madres durante todo el periodo de estudio, destetándose de forma natural a partir de las 12 semanas de edad. A las 24 horas del nacimiento y a las 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 28 y 32 semanas de edad, se recogieron muestras de sangre en madres e hijas, a intervalos de 1 hora, 4 muestras durante el día (10:00H - 13:00H) y 4 durante la noche (23:00H - 02:00H) para la determinación de las concentraciones plasmáticas de melatonina por RIA (Fraser et al., 1983). Desde la semana 20, se recogieron muestras de sangre 2 veces por semana para la determinación por RIA (López-Sebastián et al., 1984) de las concentraciones plasmáticas de progesterona con el fin de establecer el inicio de la pubertad. Los animales fueron pesados semanalmente a lo largo de todo el periodo experimental. La influencia de la edad y del momento del día en los niveles de melatonina se analizaron mediante ANOVA de una vía, previa transformación logarítmica de los datos. Las diferencias de las concentraciones entre el día y la noche así como entre madres e hijas se analizaron mediante *t* - Student. La evolución de las concentraciones de melatonina con la edad se analizó mediante una correlación de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A las 24 horas del nacimiento ya se aprecian diferencias significativas ($P < 0,001$) en las concentraciones plasmáticas diurnas y nocturnas de melatonina en 8 corderas muflonas, siendo esta diferencia apreciable en la totalidad de las muflonas a la primera semana de edad (Figura 1).

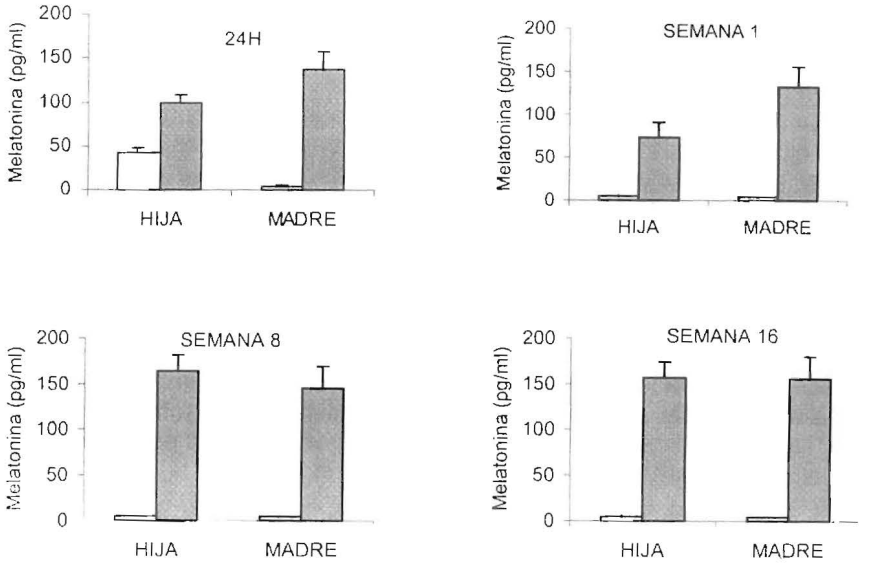


Figura 1: Concentraciones diurnas/nocturnas de melatonina (media ± e.s.m) en madres e hijas a las 24 horas después del nacimientos y a las 1, 8 y 16 semanas de edad.

Coincidiendo con estudios realizados en ovejas (Claypool et al., 1989; Gómez Brunet et al., 2000), en muflonas, las concentraciones diurnas de melatonina permanecieron basales entre la semana 1 y 32 (media ± e.s.m; 4,2 ± 0.4 pg/ml), mientras que las concentraciones nocturnas incrementaron linealmente ($R^2 = 0,89$, $P < 0,001$) con la edad del animal (Figura 2). Al comparar las concentraciones plasmáticas de melatonina entre madres e hijas, se observó que durante las 6 primeras semanas de edad las concentraciones plasmáticas nocturnas de melatonina en las muflonas corderas eran inferiores a las de las madres ($P < 0,05$), alcanzando niveles similares a los del animal adulto a partir de la 8ª semana de edad (Figura 1).

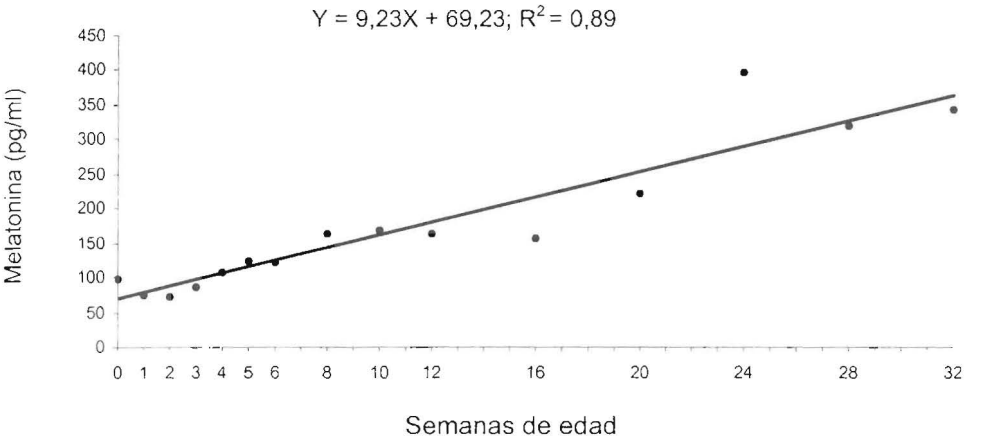


Figura 2: Evolución de las concentraciones plasmáticas nocturnas de melatonina en corderas muflonas desde las 24 horas tras el nacimiento hasta las 32 semanas de edad.

Coincidiendo con los trabajos realizados en esta especie (Santiago-Moreno et al., 2000), sólo las 5 muflonas que alcanzaron un desarrollo corporal alrededor del 82% del peso adulto iniciaron la pubertad en su primera estación reproductiva (Noviembre), no apreciándose ninguna relación entre la evolución de los niveles nocturnos de melatonina y el comienzo de la pubertad.

Agradecimientos: *Los autores agradecen a l'Unite de Neuroendocrinologie Sexuelle, UMR Physiologie de la Reproduction et des Comportements, INRA, Nouzilly, France, la ayuda prestada en la realización de los análisis de melatonina.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arendt, J. 1995. Melatonin and the Mammalian Pineal Gland. Chapman and Holl. London. p.331.

Claypool , L. E., Wood, R. I., Yellon, S. M., Foster, D. L. 1989. Endocrinology 124: 2135-2143.

Fraser, S., Cowen, P., Franclin, M., Franey, C., Arendt, J. 1983. Clin. Chem. 29: 396-397.

Gómez-Brunet, A., Malpaux, B., Daveau, A., Taragnat, C., Chemineau, P. 2000. Proc. ICHBB and SBN Joint Meeting, Madrid,August 5^{th}-9^{th} August, 133-135.

López Sebastián, A., Gómez Brunet, A., Inskeep, E. K. 1984. J. Anim. Sci. 59: 277-283.

Nowak, R., Young, I. R., McMillen, I. C. 1990. J. Endocrinol. 125: 97-102.

Santiago Moreno, J., Gómez Brunet, A., González de Bulnes A., Villar D., López Sebastián A. 2000. Reprod. Dom. Anim. 35: 49-52.

ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN MUFLONAS (*Ovis gmelini musimon*) TRATADAS CON IMPLANTES DE MELATONINA DESDE EL SOLSTICIO DE INVIERNO AL SOLSTICIO DE VERANO

J. Santiago-Moreno; A. del Campo Vecino; B. Cabellos Caballero; A González-Bulnes; A. López-Sebastián y A. Gómez-Brunet

Dpto. Reproducción Animal y Conservación de Recursos Zoogenéticos. SGIT-INIA. Avda. Puerta de Hierro Km 5,9. 28040 Madrid.

INTRODUCCIÓN

En el mufón (*Ovis gmelini musimon*),al igual que en la oveja, el fotoperiodo es el principal factor ambiental que regula su ciclo anual de reproducción, siendo las variaciones en la duración de la secreción de los niveles nocturnos de melatonina lo que actúa como señal endocrina en el control de la actividad reproductiva estacional (Santiago-Moreno et al., 2000a). Diferentes estudios han puesto en evidencia que al menos en algunas razas ovinas, el inicio del periodo de anestro a finales del invierno/comienzos de la primavera, no se produce como consecuencia del incremento del fotoperiodo, sino que se debe a la aparición de un estado refractario a los efectos estimuladores de los días cortos (Worthy y Haresing, 1983; Robinson y Karsch, 1984; Malpaux et al., 1987). En el presente trabajo se analiza la actividad reproductiva de muflonas tratadas con implantes de melatonina desde el solsticio de invierno hasta el solsticio de verano, con el fin de determinar el papel de la fotorrefactariedad a los días cortos en el inicio del anestro en esta especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 32 hembras de muflón, 21 adultas (4-7 años de edad) y 11 jóvenes (2 años de edad), ubicadas en el Departamento de Reproducción Animal y C. R. Z. del INIA, Madrid a 40º 25' N de latitud. A partir del 23 de Diciembre de 1999, 8 muflonas adultas y 7 muflonas jóvenes, seleccionadas al azar, fueron tratadas con 3 implantes subcutanéos, conteniendo 18 mg de melatonina (Melovine®, CEVA Salud Animal S.A., Barcelona), permaneciendo las 13 muflonas adultas y las 4 jóvenes restantes sin tratar, sirviendo como controles. Los implantes fueron colocados los días 23 de Diciembre de 1999, 21 de Febrero de 2000 y 20 de Abril de 2000, con el fin de asegurar una duración total del tratamiento de aproximadamente 6 meses (desde el solsticio de invierno al solsticio de verano). En todas las muflonas, el inicio del anestro y el comienzo de la siguiente estación reproductiva se determinaron midiendo por RIA (López Sebastián et al., 1984) las concentraciones plasmáticas de progesterona en muestras de sangre recogidas a intervalos de 3-4 días desde el inicio del experimento hasta su finalización, el 30 de Noviembre de 2000. Los efectos del tratamiento y su interacción con la edad se evaluaron mediante ANOVA. Las diferencias en el comienzo, finalización y duración del anestro estacional entre grupos se analizaron mediante *t* Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La actividad reproductiva no fue afectada por el tratamiento con melatonina ni en las muflonas adultas ni en las jóvenes (Figura 1, Tabla 1), sin embargo, coincidiendo con estudios previos realizados en muflonas (Santiago-Moreno et al., 2000b), la edad del animal afectó significativamente ($P < 0,001$) el inicio y duración del periodo de anestro. En las muflonas adultas, el cese de la actividad cíclica ovárica se produjo entre las 13 y 24 semanas después del solsticio de invierno, no existiendo diferencias entre las muflonas tratadas y controles en la fecha media de aparición del anestro (3 de Mayo ± 4,8 días y 6 de Mayo ± 8,2 días, respectivamente). En las muflonas jóvenes, el cese de la actividad cíclica ovulatoria se observó entre las 8-12 semanas después del solsticio de invierno, no apreciándose diferencias significativas en la fecha media del inicio del anestro entre las tratadas (27 de Febrero ± 2,7 días) y las no tratadas (8 Marzo ± 4,6 días). La duración del periodo de anestro y el comienzo de la siguiente estación reproductiva tampoco se vieron afectados por el tratamiento con melatonina (Tabla 1).

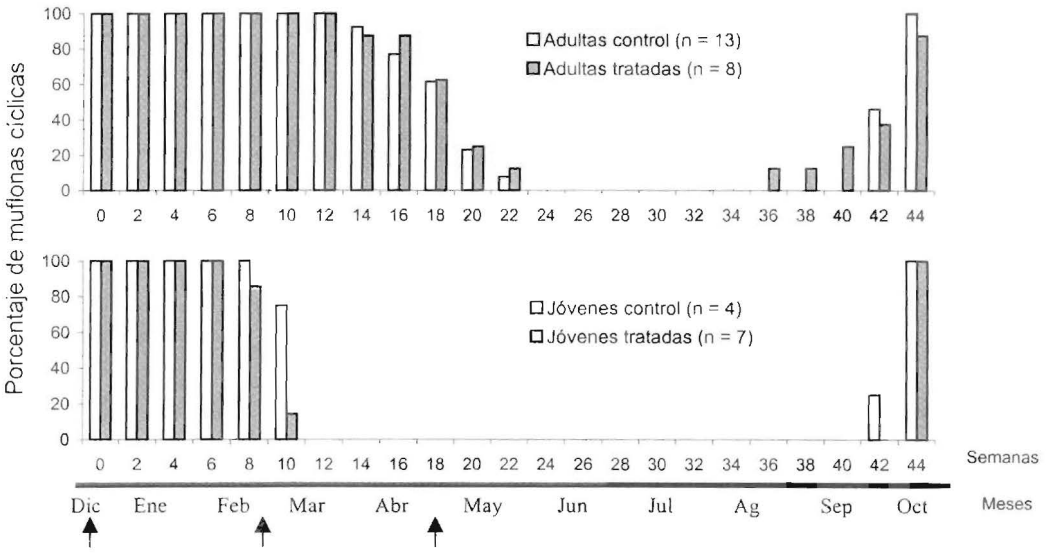


Figura 1. Porcentaje acumulativo de muflonas con actividad ovulatoria cíclica durante el experimento. La barra sombreada indica el periodo de tratamiento con implantes de melatonina. Las flechas indican los momentos en que se colocaron los implantes.

Asumiendo que, al igual que sucede en la oveja (O'Callaghan et al., 1991), la melatonina aplicada en forma de implantes subcutáneos proporciona a la muflona una información fotoperiódica de días cortos, los resultados de este estudio sugieren que el incremento del fotoperiodo desde el solsticio de invierno no es responsable

del cese de la actividad reproductiva de la muflona. En este sentido, el inicio del anestro se produciría como consecuencia de la aparición del estado de fotorrefractariedad a los efectos estimuladores de los días cortos, tal y como ha sido demostrado en ovejas con estacionalidad reproductiva muy marcada (Worthy y Haresing., 1983; Robinson y Karsch 1984; Malpaux et al., 1987).

Tabla 1: Fechas del inicio del anestro estacional (A.E), comienzo de la actividad reproductiva (A.R) y duración del anestro estacional, en muflonas tratadas con melatonina y en controles (valores expresados en días ± e.s.m).

	Muflonas adultas		Muflonas jóvenes	
	Tratadas	Control	Tratadas	Control
Nº muflonas	8	13	7	4
Inicio A.E.	6 May ± 8,2	3 May ± 4,8	27 Feb ± 2,7	8 Mar ± 4,6
Duración A.E.	148,3 ± 3,9	166,2 ± 5,3	239,6 ± 4,3	230,5 ± 7,4
Comienzo.A.R.	5 Oct ± 8,4	16 Oct ± 1,4	24 Oct ± 1,7	24 Oct ± 3,1

Agradecimientos: *Los autores agradecen al Dr. A Martino de CEVA Salud Animal S.A, Barcelona, la cesión de los implantes de melatonina utilizados en este estudio*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

López Sebastián, A., Gómez Brunet, A., Inskeep, E. K., 1984. J. Anim. Sci., 59: 277-283.

Malpaux, B., Robinson, J.E., Brown, M.B., Karsch, F.J., 1987. Biol. Reprod., 36: 1333-1342

O´Callaghan, D., Karsch, F.J., Boland, M.P., Roche, J.F., 1991. Biol. Reprod., 45: 927-933

Robinson, J.E., Karsch, F.J., 1984. Biol. Reprod., 31: 656-663

Santiago Moreno J., López-Sebastián A., González-Bulnes A., Gómez-Brunet A., Chemineau, P., 2000a. Reprod. Nutr. Dev. 40: 421-430.

Santiago Moreno, J., Gómez Brunet, A., González de Bulnes A., del Campo, A., López Sebastián A., 2000b. Int. Mouflon Symp. 27th-29th October. Sopron, Hungary,

Worthy, E., Haresing, W., 1983. J. Reprod. Fert., 69: 41-48

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE LA CABRA MONTÉS (*Capra pyrenaica hispanica*) EN CAUTIVIDAD

A. Fernández-Arias, J. L. Alabart, E. Echegoyen, P.Sanchez, J. Folch
Servicio de Investigación Agroalimentaria, Aptdo. 727, 50080 Zaragoza.
afernandeza@aragob.es

INTRODUCCIÓN

Hemos estudiado algunas características reproductivas de cabras monteses mantenidas en cercados en Zaragoza (41° 30 N-1° E). En el presente trabajo se describen los resultados obtenidos sobre estacionalidad sexual, duraciones del celo, del ciclo ovárico y de la gestación y el peso al nacimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos años consecutivos sobre 8 hembras mayores de 3 años adaptadas a la cautividad desde dos años antes. Para determinar la estacionalidad sexual y la duración del celo, se observó el comportamiento sexual tres veces por día, como mínimo, con la ayuda de un macho vasectomizado. Se controlaron las aproximaciones, olfateos, "flehmen" y montas. El periodo experimental fue desde el 15 de octubre hasta el 1 de abril. La ciclicidad ovárica se estudió el segundo año mediante la evolución de la concentración plasmática de Progesterona medida una vez por semana (1), desde el 11 de septiembre hasta el 6 de mayo, manteniendo las cabras sin macho. La duración de la gestación se estableció en 17 cabras de las que se conocía la fecha de cubrición. Inmediatamente después del parto se anotó el peso y sexo de los cabritos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estacionalidad y duración del celo (Cuadro 1)

El primer celo apareció entre el 26 de noviembre y el 26 de diciembre (fecha media, el 11 de Diciembre). Estas fechas coinciden con las descritas para *Capra pyrenaica hispanica* en Cazorla (2; 3) y para *Capra ibex*, tanto en cautividad (4) como en libertad (5). El último celo fue observado 11 de Marzo. Es decir, que, mantenidas en presencia de machos y en cautividad, la estación sexual dura tres meses. En las poblaciones libres las cabras monteses el periodo de actividad sexual dura aproximadamente un mes. Durante este periodo el 95% de las monteses cubiertas queda gestante (2,3), pariendo a finales de Mayo o comienzos de Junio.

En las 8 hembras estudiadas, se observaron 31 celos naturales que definieron 23 ciclos ováricos. A lo largo de la estación sexual una hembra presentó 6 celos, 2 presentaron 5 celos, 1 presentó 4 celos, 3 presentaron 3 celos y 1 presentó dos celos, con una media de 3.9±1.35 celos a lo largo de la estación sexual. La duración media del celo fue de 30.7±11.46 horas (M±DE). No existen datos publicados para *Capra pyrenaica* ni para *Capra ibex,* pero este parámetro se puede comparar con las 36 horas sugeridas para la cabra doméstica (6).Una de las hembras tuvo un ciclo anormalmente largo (33 días). Sin este dato, la duración media de los ciclos ováricos de la cabra montés considerados fue de 19.6±0.70 días (18-21 días). Esta cifra es

similar a la descrita en el íbice de los Alpes (20 días) (4) y en la cabra doméstica (20-21 días).

Ciclicidad ovárica (Figura 1)

Los primeros ciclos aparecieron el 12 de noviembre, aunque el primer ciclo era de corta duración. Seis de las 8 cabras mostraban todavía ciclos al final de la experiencia (6 de mayo). Por tanto, midiendo la Progesterona plasmática, se observó un periodo de actividad sexual más largo que observando la aparición de celos el año anterior. No es posible decir si ello se debe a un efecto año, a fallos de la actividad sexual de los machos o a que parte de los ciclos medidos por Progesterona correspondían, de hecho, a ovulaciones silenciosas.

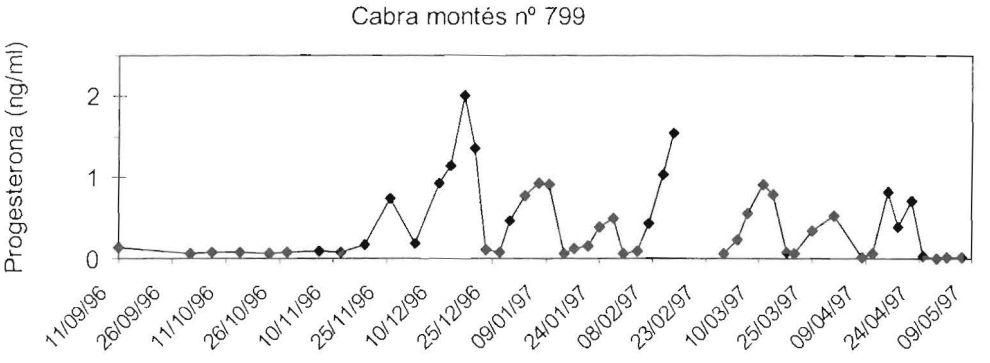


Figura 1. Perfil de progesterona plasmática de una cabra montés que dejó de ciclar el 29 de abril de 1997.

Duración de la gestación y peso de los cabritos:

De las 17 gestaciones controladas, 14 llegaron a término, 2 terminaron en aborto y 1 fue pseudogestación. La duración media de la gestación fue de 162.4±2.2 días (158-165 días) tendiendo a ser mayor cuando correspondían a cabritos machos (163 días) que a hembras (161 días) ($P<0.06$). La duración de la gestación de la cabra montés es, por tanto, dos semanas mas larga que la de la cabra doméstica (149 días) y ligeramente inferior a la del íbice de los Alpes (167 días; 4). La duración de la gestación observada en el presente estudio coincide con la estimada por algunos autores, que citan periodos de gestación para la cabra montés de 161-168 días (3) y de 161 días (7,8), pero no con los de otros, para quienes sería de 155 días (2) o de 154-159 días (9).

En este estudio, la totalidad de los partos fueron simples. Por el contrario, el porcentaje de partos dobles en la cabra montés es normalmente del 20% tanto en libertad (2,7,10) como en cautividad (8,11). En íbices de los Alpes mantenidos en cautividad, la proporción de partos dobles fue aumentando a medida que mejoraron las instalaciones hasta llegar a un 33% de partos gemelares (4).

El 71.4% de los 14 cabritos nacidos en cautividad fueron machos. De forma similar, durante los 13 primeros años de cría en cautividad de *Capra ibex* en zoológicos Suizos nació una proporción mayor de cabritos machos, aunque posteriormente, en años

sucesivos, el sex-ratio se normalizó (4). Las posibles explicaciones a este hecho no han sido determinadas.

El peso medio de catorce cabritos monteses recién nacidos fue de 2.1±0.65 kg (M±DE). Esta cifra no difiere de la indicada por otros autores para cabritos monteses (2). El peso de los cabritos machos (n=10) y hembras (n=4) fue de 2.1±0.72 kg y 1.9±0.50 kg respectivamente. Estas últimas cifras no son significativamente diferentes entre sí.

Cuadro 1.- Parámetros reproductivos de la cabra montés en cautividad:

- Inicio comportamiento reproductivo:	11 de Diciembre.
- Estación sexual:	Celos de Diciembre a Marzo.
- Duración del celo:	30.7 ± 11.5 horas.
- Duración del ciclo ovárico:	19.6 ± 0.7 días.
- Celos por estación sexual:	3.9±1.35 celos.
- Duración de la gestación:	162.4 ± 2.2 días.
- Peso del cabrito al nacimiento:	2.1 ± 0.65 Kg.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALABART, J.L., RUIZ, J.M., GARBAYO, J.M., SÁNCHEZ, P., FOLCH, J. ,1997. Evaluación de dos métodos de análisis de progesterona en ovejas (kit de RIA directo en tubo recubierto y kit de fluoroinmunoanálisis directo en microplaca) en comparación con el RIA de doble anticuerpo con extracción previa. ITEA Vol. extra Nº18(2): 469-471.

2. FANDOS P., 1986. Ecología de la cabra montés. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

3. ALADOS C.L., ESCÓS J., 1988. Parturition dates and mother-kid behaviour in spanish ibex (*Capra pyrenaica*) in Spain. J. Mamm., 69: 172-175.

4. STÜWE M., GRODINSKY C., 1987. Reproductive biology of captive alpine ibex (*Capra i.ibex*). Zoo Biology, 6: 331-339.

5. GIACOMETTI M., 1992. On the reproductive performance and population dynamics of the Alpine ibex (*Capra i. ibex*) in the colony of Albris (Grisons, Switzerland). Congreso Internacional del Género *Capra* en Europa. Ronda 20/22 Octubre: 149-153.

6. SHELTON M., 1987. Reproduction and breeding of goats. J. Dairy Sci., 61: 994-1010.

7. LOSA J., 1995. Planes de captura de caza mayor de Montaña: macho montés, ibice y rebeco. Gestión de recursos cinegéticos, 8-19 de Mayo. Instituto Agronómico del Mediterraneo, Zaragoza.

8. CABRERA E., 1992. Experiencia de cría en cautividad de *Capra pyrenaica hispanica*. Congreso Internacional del Género *Capra* en Europa. Ronda 20/22 Otubre: 183-188.

9. COUTURIER M., 1968. Le bouquetin des Alpes (*Capra aegagrus ibex ibex L.*). Grenoble:Arthaud, Impreso por el autor.

10. LOSA J., 1991. Modelo de gestión y aprovechamiento de la cabra montés en las "Batuecas" y su posible aplicación a otros núcleos de población. I Symposium sobre gestión de cabra montés. Tortosa, Febrero: 99-109.

11. FANDOS P., 1989. Reproductive strategies in female spanish ibex (*C. pyrenaica*). J. Zool. Lond., 218: 339-343.

NIVELES PLASMÁTICOS DE PROGESTERONA EN CIERVAS IBÉRICAS (*Cervus elaphus hispanicus*) SEMIDOMÉSTICAS SINCRONIZADAS MEDIANTE CIDRS EN LA ÉPOCA REPRODUCTIVA

[§]A.J. García, [§]T. Landete-Castillejos, [*]A. López, [*]A.J. Soler, [*]J.A. Gómez, [*]E. Peña, [*,§]J.J. Garde, [*]L. Gallego.

[*]Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal, ETSIA,
Universidad de Castilla-La Mancha,
[§]Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC), JCCM-CSIC-UCLM,
02071 Albacete, Spain.

INTRODUCCIÓN

Las actividades cinegéticas presentan en nuestro país una importancia socioeconómica en alza durante las últimas décadas. Dentro de la caza mayor la especie más relevante es el ciervo. Aunque en España el aprovechamiento principal de esta especie es la caza, en otros países representa una ganadería alternativa destinada a la producción de carne y cuernas. Sin embargo, en los últimos años están apareciendo en nuestro país fincas dedicadas a la cría controlada del ciervo en condiciones más o menos intensivas y para estas explotaciones es fundamental conocer la fisiología reproductiva de la especie y la respuesta a técnicas productivas similares a las que se emplean habitualmente en especies de rumiantes domésticos.

Los tratamientos de inducción y sincronización de celos y ovulaciones son por sí mismos tecnologías reproductivas que permiten importantes mejoras zootécnicas, siendo, sin embargo imprescindibles para llevar a cabo técnicas de reproducción asistida como la inseminación artificial a tiempo fijo y la transferencia de embriones.

Con el fin de conocer el perfil de la liberación de progesterona por los dispositivos intravaginales liberadores de progesterona (CIDRs) se realizaron extracciones sanguíneas a los animales dentro de la época de reproducción en torno al tratamiento de sincronización e inducción de celos y ovulaciones utilizado, para valorar la eficacia del tratamiento como inhibidor de la actividad sexual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 16 hembras adultas de ciervo ibérico con una edad aproximada de 5 años pertenecientes a la ETSIA de Albacete que habían parido dos veces con anterioridad, aunque el estudio endocrino que ahora se presenta se realizó después de un año en el que no habían sido cubiertas.

Las ciervas fueron sometidas a un tratamiento de sincronización de celos y ovulaciones el 29/9, consistente en la aplicación de un CIDR por animal (®CIDR- tipo G, que contiene el 9% de su peso, 350 mg, de progesterona; Agricultural Division, CHH Plastic Products Group Ltd, Hamilton, NZ), que fue reemplazado el día 8/10, momento en el que se inyectaron 250 μg de un análogo de la $PGF_{2\alpha}$ llamado coprostenol, contenido en 1 ml del fármaco ®Estrumate (Coopers Animal Health, Imperical Chemical Industries, Cheshire, UK). El día 13/10 se retiraron los CIDRs, y se aplicaron intramuscularmente 200 UI de eCG (®Folligon, Intervet, Salamanca, España) a cada cierva. Las extracciones sanguíneas fueron realizadas el día de la puesta y de reemplazamiento de CIDRs (inmediatamente antes de la inserción de dichos dispositivos, y tras 1, 4, 10 y 24 horas de la puesta de los CIDRs, respectivamente), así como en los días de tratamiento restantes, 7 días antes del inicio del tratamiento, y 4 después de su finalización con una frecuencia de 12-72 horas.

Las 25 muestras fueron obtenidas de cada cierva por punción de la vena yugular en tubos heparinizados de 10 c.c. y con vacio. Inmediatamente después de su extracción fueron centrifugadas durante 15 minutos a 3.500 r.p.m., tras lo que se obtuvo el plasma que fue congelado y mantenido a -20ºC hasta su análisis.

La analítica de las muestras para determinar los niveles plasmáticos de progesterona se realizó mediante RIA con extracción y fue efectuada en las instalaciones del CIT/INIA de *Reproducción* de Madrid siguiendo la metodología descrita por López Sebastián et al. (1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución de los niveles de progesterona a lo largo del periodo de muestreo se presenta en la Figura 1. Así, se observa que 7 días antes del inicio del tratamiento de sincronización e inducción de celos y ovulaciones anteriormente descrito la concentración media de progesterona fue de 0,34 ng/ml, lo que indica que la mayoría de los animales no presentaban actividad luteal a pesar de encontrarse en fechas en las que teoricamente debían haber iniciado su actividad sexual. Sin embargo, el día de la puesta de los CIDRs podemos considerar que la mayoría de las ciervas ya habían iniciado su actividad ovulatoria cíclica al presentar el grupo de media practicamente 1 ng/ml. Por tanto los niveles de progesterona presentados en el periodo en el que los CIDRs estaban puestos pueden estar parcialmente enmascarados por la actividad luteal subyacente (Jopson et al., 1990). A pesar de ésto observamos que durante el tratamiento practicamente la concentración media del grupo fue siempre superior a 1,5 ng/ml y que tras la aplicación de la sustancia luteolítica el nivel de progesterona debe ser resultado casi exclusivamente de la hormona liberada por los CIDRs.

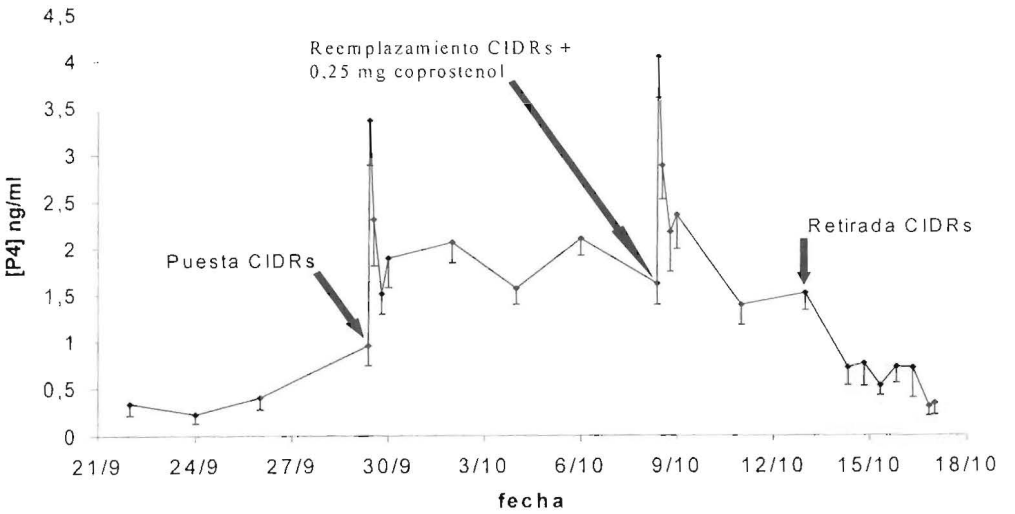


Figura 1. Concentración media (± ESM) de P_4 en 16 ciervas sincronizadas con CIDRs

Con la combinación en los tratamientos hormonales de sustancias progestágenas y luteolíticas se pretende bloquear la posibilidad de desencadenar el proceso reproductivo por parte del eje hipotálamo-hipofisario con lo que se evita el crecimiento folicular, el celo y las ovulaciones (Thimonier, 1979; Morrow et al., 1993),

mientras que la Pg $F_{2\alpha}$ y sus derivados sintéticos provocan la regresión luteal (Asher et al., 1995) principalmente para impedir posibles alteraciones debidas a cuerpos lúteos accesorios que han sido encontrados en ciervas al inicio de la época reproductiva (Kelly y Challies, 1978).

Al finalizar el tratamiento los niveles de progesterona vuelven a niveles basales, tal y como cabía esperar, para que el tratamiento sea eficaz permitiendo tras la retirada de los CIDRs que los animales salgan en celo y ovulen en las horas siguientes. Concretamente el celo fue detectado tras un intervalo de 44,3 ± 1,2 h, y el pico de LH se produjo en el 91,6% de los animales tras un periodo de 46,8 ± 3,5 h (para más detalles ver García et al., 1998).

Si los niveles de progesterona aportados hubiesen sido insuficientes, o el tiempo de inserción incorrecto, se podrían haber dado ovulaciones durante el tratamiento (Fennessy et al., 1989; Asher et al., 1990), lo que no debió de ocurrir en nuestro estudio porque dichos niveles a lo largo de todo él fueron superiores a 1,4 ng/ml y por el elevado porcentaje de animales en los que se detectó pico de LH y celos en las horas siguientes a la finalización del tratamiento.

En conclusión se puede considerar que los niveles de progesterona durante el tratamiento presentado son eficaces para la sincronización de celos y ovulaciones en la cierva ibérica, lo que puede ser muy útil para el desarrollo de técnicas de reproducción asistida en nuestra subespecie.

Agradecimientos: los autores desean expresar su agradecimiento a Fulgencio Cebrián, Isidoro Cambronero y a Bernardo Albiñana por la ayuda prestada al realizar el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asher, G., Fisher, M., Smith, J., Jabbour, H., Morrow, C. (1990). Temporal relationship between the onset of oestrus, the pre-ovulatory LH surge and ovulation in farmed fallow deer (*Dama dama*). *J. Reprod. Fert.*, 89: 761-767.

Asher, G.W. Fisher, M.W., Berg, D.K., Veldhuizen F.A., Morrow, C.J. (1995). Luteolytic potency of a prostaglandin analogue at different stages of the oestrous cycle in red deer (*Cervus elaphus*) hinds. *J. Reprod. Fert.*, 103: 307-314.

Fennessy, P.F., Fisher, M.W., Asher, G.W. (1989). Synchronisation of the oestrus cycle in deer. *Proceedings of a Deer Course for Veterinarians*, Deer Branch (NZVA) Nº 6: 29-35.

García A. J., Garde J. J., Pérez J. I., Ortiz N., Gallego L. (1998). Temporal relationship between oestrus and the preovulatory LH surge in Iberian red deer. *Advances in deer biology* (Z. Zomborszky, ed.). Panon University of Agriculture. Kaposvár. Hungría. pp. 156-161.

Jopson, N., Fisher, M., Suttie, J. (1990). Endogenous progesterone in red deer hinds. *Anim. Reprod. Sci.*, 23: 61-73.

Kelly, R., Challies, C. (1978). Incidence of ovulation before the onset of the rut and during pregnancy in red deer hinds. *N. Z. J. Zool.*, 5: 817-819.

López-Sebastián, A., Gómez Brunet, A., Inskeep, E. (1984). Effects of a single inyection of LH on the response of anoestrus ewes to the introduction of rams. *J. Anim. Sci.*, 59: 277-283.

Morrow, C.J., Asher, G.W., Smith, J.F., Vedhuizen, F.A. (1993). Plasma concentrations of progesterone and luteinizing hormone during CIDR devices insertion and the oestrous cycle of fallow deer. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, 53: 417-421.

Thimonier, J. (1979). Hormonal control of oestrous cycle in the ewe (A review). *Liwestock Production Science*, 6: 39-50.

AUMENTO DE LA PROLIFICIDAD EN CIERVO IBÉRICO (*Cervus elaphus hispanicus*) MEDIANTE TRATAMIENTOS HORMONALES

[§]A.J. García, [§]T. Landete-Castillejos, [*]J.A. Gómez, [*]B. Albiñana, [*,§]J.J. Garde, [*]L. Gallego.

[*]Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal, ETSIA,
Universidad de Castilla-La Mancha,
[§]Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC), JCCM-CSIC-UCLM,
02071 Albacete, Spain.

INTRODUCCIÓN

El ciervo común presenta una baja tasa reproductiva debido a su larga gestación y por ser una especie monotoca (Gatica, 1988), con lo que su prolificidad es de 1 (Clutton-Brock et al., 1982). Los partos gemelares se producen muy raramente en condiciones naturales (Guinness y Fletcher, 1971; Sanz y Rodriguez, 1993). En la revisión de Sadleir (1987) se recoge que pueden llegar a suponer el 0,2%-2% del total, aunque otros autores estiman que suponen del 0,0016% al 0,0005% (Wilson, 1990).

Con el uso de sustancias hormonales se ha intentado aumentar la prolificidad en ciervos cautivos con el fin de incrementar la eficiencia biológica y económica de la especie, habiéndose conseguido partos dobles e incluso triples (Fennessy et al., 1990).

Las repercusiones de los partos dobles sobre los rendimientos productivos de esta especie para la producción de carne y cuerna son fundamentalmente negativos, (Barrell, 1985), pero se desconocen para el caso del aprovechamiento cinegético (el prioritario en nuestro país).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del aumento de la prolificidad en el ciervo ibérico sobre ciertos parametros productivos como presentación de partos distócicos, peso al nacimiento y a los 6 meses de vida, mortalidad neonatal y a los 6 meses de edad, etc.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 38 hembras adultas de ciervo ibérico con una edad media aproximada de 4 años pertenecientes a la ETSIA de Albacete.

Las ciervas fueron sometidas a un tratamiento de sincronización de celos y ovulaciones consistente en la aplicación de un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (CIDR) por animal, que fue reemplazado el día 8-10 de tratamiento, momento en el que se inyectaron 250 μg de un análogo de la $PGF_{2\alpha}$ llamado coprostenol. El día 14 de tratamiento se retiraron los CIDRs, momento en el que se aplicaron intramuscularmente 240-300 UI de eCG a cada cierva.

Los gabatos fueron pesados a las 6-12 horas de su nacimiento y semanalmente hasta los 6 meses de edad. Las ciervas fueron pesadas semanalmente a lo largo de toda la gestación así como durante los 6 meses siguientes a la misma. Todos las pesadas se realizaron en una báscula de ± 50 g de precisión.

Se consideró la mortalidad neonatal como aquella existente en el parto y en la primera semana de vida y la mortalidad total a los 6 meses del nacimiento la ocurrida desde el parto hasta dicha edad.

Los datos se analizaron mediante un ANOVA con el paquete estadístico SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 38 ciervas inseminadas paridas, 5 de ellas presentaron una gestación gemelar (13,16%) y el resto simple (86,84%), resultados practicamente iguales a los obtenidos por Bringans y Lawrence (1988) aplicando 400 UI de eCG, aunque pueden haber existido factores diferenciales como la fecha de aplicación del tratamiento hormonal, la condición corporal y el no haber parido en la temporada anterior.

En la Tabla 1 se recogen los resultados medios de diversos parámetros del grupo de ciervas con gestación simple y gemelar, y la significación estadística de las diferencias entre ambos grupos. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre dichos grupos en el peso ganado a lo largo de la gestación, en el peso a la cubrición y al parto, pero sí en los otros parámetros presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados medios (± ESM) en el grupo de ciervas con parto simple y doble.

Parámetro	Ciervas parto simple	Ciervas parto doble	Significación estadística
Peso ganado durante la gestación (kg)	27,33±1,23	28,92±1,17	NS
% pérdida de peso durante el parto sobre el peso antes del mismo	13,72±0,54	16,88±0,23	P<0,05
Peso gabato al nacer (kg)	8,17±0,28	6,74±0,44	P<0,05
% peso de la cría al nacer sobre la pérdida de peso de la cierva al parir	53,62±2,37	37,27±3,79	P<0,001
% distocias	40	0	P<0,001
% mortalidad neonatal	40	2,85	P<0,001
% mortalidad total a los 6 meses	60	14,28	P<0,001

En nuestro trabajo la presentación de partos distócicos y mortalidad de las crías fue mucho más elevado en el caso de partos gemelares, tal y como observaron Bringans y Lawrence (1988) y Fennessy et al., (1990).

Los partos gemelares no son interesantes debido a la posibilidad de que se presente frimartinismo (Barrell, 1985; Fennessy et al., 1990) y a que en caso de supervivencia de las crías éstas presenten un crecimiento y una productividad menor que aquellas procedentes de parto simple (Barrell, 1985; Moore, 1987). Por todo ello, en la mayoría de los casos estos animales serían inviables en la naturaleza, existiendo una gran presión de selección en contra de la gemelaridad (Clutton-Broock et al., 1982).

Los gabatos procedentes de partos dobles presentan menores pesos al nacer, lo que conlleva menores pesos en su madurez a pesar de que pueda existir cierto crecimiento compensatorio (Hudson et al., 1991). Existe una correlación positiva entre el peso vivo adulto y los parámetros de las cuernas (Prieditis et al., 1998), por lo que es de esperar que ese tipo de animales presenten menor puntuación de sus trofeos.

Fennessy et al. (1990) sostienen que la inducción de gestaciones dobles es posible mediante métodos hormonales, aunque frecuentemente dan problemas, como los abortos, el que nazcan animales pequeños e inviables, o que sólo nazca una cría.

El peso medio (± ESM) durante los 6 primeros meses de vida en los gabatos de parto simple y doble se recoge en la Figura 2, observándose que la ganancia de peso es mayor en los gabatos de parto simple.

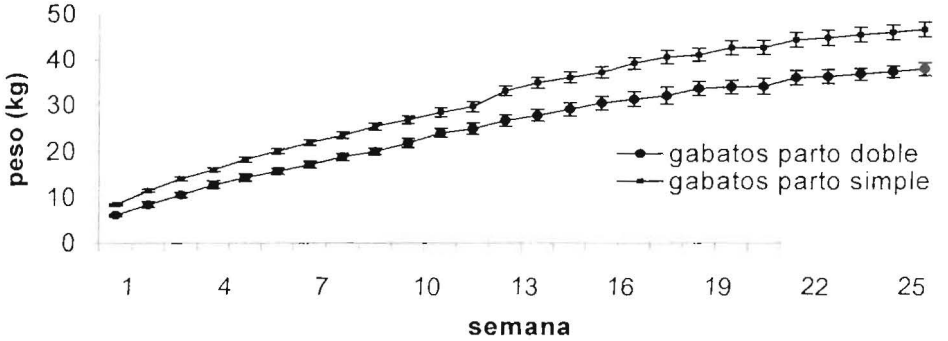


Figura 1. Evolución comparativa de los pesos medios (± ESM) del grupo de gabatos de parto simple y doble durante los 6 primeros años de vida.

Existen otros métodos para aumentar la prolificidad además del tratamiento de sincronización e inducción de celos y ovulaciones descrito, que es el más

habitualmente empleado en esta especie y en otros rumiantes salvajes y domésticos. Así, Fisher et al. (1989) aplicaron fluido folicular bovino libre de esteroides y obtuvieron resultados positivos, Robinson (1992) inmunizó frente a una secuencia peptídica derivada de la unidad alfa de la inhibina, sin éxito. En ciervo sika mediante inmunización de las hembras frente a andrógenos, Zheng et al. (1992) consiguieron el 11,7% de partos gemelares frente al 1,3% de los animales control. La transferencia de embriones supone otra alternativa para aumentar la prolificidad (Wilson, 1990).

En definitiva podemos decir que el aumento de la prolificidad como consecuencia de realizar técnicas de reproducción asistida que conllevan el empleo de gonadotropinas no parece conveniente desde el punto de vista de la producción de trofeos. Fundamentalmente porque las crías nacen con menor peso que las procedentes de partos simples, crecen más lentamente y presentan menor tamaño corporal y esqueleto. En consecuencia es de esperar que afecte negativamente al tamaño de la cuerna. Por otro lado, existen muchos más partos distócicos y mortalidad de los gabatos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrell, G.K. (1985). Techniques for artificial manipulation of ovulation in deer. *Proc. of a Deer Course for Veterinarians*, Deer Branch (NZVA) Course Nº 2: 126-134.

Bringans, M.J., Lawrence, D.W. (1988). Field experience with advanced calving and induction of twining in deer. *Proceedings of a Deer Course for Veterinarians*, Deer Branch (NZVA) Nº 5: 36-40.

Clutton-Brock, T., Guinness, F., Albon, S. (1982). *Red deer: behaviour and ecology of two sexes.* The University of Chicago Press, IL, 250 pp.

Fennessy, P., Moore, H., Littlejohn, P. (1990). Hormonal induction of twining in farmed red deer (*Cervus elaphus*): comparative mortality and growth of twins and singles to weaning. *Anim. Prod.*, 51: 623-630.

Fisher, M.W., Fennessy, P.F., Henderson, K.M., Newman, R.E., Manley, T.R. (1989). Effects of melatonin on seasonal physiology of red deer. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, 49: 103-106.

Gatica, R. (1988). Origen, diagnóstico e incidencia de mellizos. *Arch. Med. Vet.*, 20(1): 9-31.

Guinness, F., Fletcher, J. (1971). First ever recorded incidence of twins born to red deer herd in Britain. *Deer*, 2: 680-682.

Hudson, R., Kozak, J., Adamczewski, J., Olsen, C. (1991). Reproductive performance of farmed wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*). *Small Ruminant Research.*, 4: 19-28.

Moore, G.H. (1987). Twinning and triplets in red deer. *The deer farmer*, 30: 34-35.

Prieditis, A., Prieditis, A, Baumanis, J. (1998). The occurrence of medal trophies of cervids. En: *Advances in Deer Biology*, editado por Zomborszky, Z., Tipo-Express Ltd., Kaposvar, Hungary, pp. 397-398.

Robinson, J.J. (1992). Reproductive physiology. Control of puberty and ovulation in deer. *Annual Report Studies in Animal Nutrition and Allied Sciences.* Vol. 45: 95-96.

Sadleir, R. (1987). Reproduction of female cervids. *Proceedings of the Biology. and Management of the Cervidae. Research Symposia of the National Zoological Park.* Smithsonian Institution Press. Washington D.C. pp. 123-144.

Sanz, V., Rodríguez, C. (1993). Fechas de concepción en relación con la edad y la condición corporal de la población de ciervos de Quintos de Mora (Montes de Toledo, Toledo). *XXXIII Reunión científica de la S.E.E.P.* Ciudad Real. pp. 555-586.

Wilson, P.R. (1990). Reprodcuction in farmed deer: a review. *Proceedings of the course for veterinarians.* University of Massey. Palmerston North. 22 pp.

Zheng, X.T., Wang, L.Z., Li, Y.W., Jiao, Z.X., Wang, G.L. (1992). Effect of immunization against steroid hormones on twinning rate in sika deer. *Chinese Journal of Animal Science*, 28: 37-37.

EFECTO DE LA POBLACION FOLICULAR PREVIA AL TRATAMIENTO CON FSH SOBRE LA RESPUESTA SUPEROVULATORIA EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS

A. González de Bulnes[1], R.M. García García[1], C Díaz Delfa[2], J. Santiago Moreno[1] J.A. Carrizosa[2], B. Urrutia[2], M.J. Cocero[1], A. López Sebastián[1]

[1]Departamento de Reproducción Animal y Conservación de Recursos Zoogenéticos. SGIT-INIA. Avda. Puerta de Hierro s/n. 28040-Madrid
[2]CIDA. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. 30150-La Alberca (Murcia)

INTRODUCCIÓN

La obtención y posterior transferencia de embriones constituye el método idóneo para la difusión de la descendencia de hembras selectas de la especie caprina. A pesar de las mejoras obtenidas con el uso de preparados hormonales con FSH altamente purificada (Ovagen^{TM}) y la adecuación de los protocolos y el manejo de los animales, los rendimientos de esta técnica siguen afectados por una amplia variabilidad en la respuesta obtenida al tratamiento (Cognie, 1999). Por ello, dicha variabilidad podría estar más relacionada con factores intrínsecos al animal, principalmente con la población folicular existente en el ovario al inicio del tratamiento con FSH, al igual que se ha descrito en la vaca (Guilbault et al., 1991) y la oveja (Brebion y Cognie, 1989).

Así, el objetivo del presente trabajo fue valorar el efecto de la población folicular, en cuanto número de folículos y su distribución por tamaños, sobre el número de cuerpos lúteos y embriones obtenidos en respuesta a la administración de un protocolo de superovulación consistente en la administración de varias dosis de FSH en los últimos días de un tratamiento progestativo.

MATERIAL Y METODOS

El estudio fue realizado, durante el mes de mayo, sobre un total de 17 cabras de raza Murciano-Granadina pertenecientes al rebaño experimental del CIDA en Guadalupe (Murcia) El celo fue sincronizado en todos los animales mediante la utilización de esponjas intravaginales con 45mg de acetato de fluorogestona (Chronogest, Intervet Int.), mantenidas durante 16 días. Además, se administró una dosis intramuscular de 100μg de cloprostenol (Estrumate, Mallinckrodt Vet) coincidiendo con la primera inyección de FSH. La superovulación se realizó con ocho dosis de 1,25ml de FSH ovina (OVAGEN^{TM}, ICP, Auckland, NZ), distribuidas en dos inyecciones diarias que comenzaron en el día 14, 60 horas antes de la retirada del progestágeno. La octava dosis de FSH se administró sólo a aquellos animales que no presentaron celo al realizar monta controlada a las 24 horas de la retirada de la esponja. Esta cubrición controlada se repitió a las 36 y 48 horas de la retirada del progestágeno. Cada hembra recibió un mínimo de dos saltos, el primero en el momento de la aparición del celo y el segundo 12 horas después.

La valoración de la población folicular presente en el ovario en el momento de administrar la primera dosis de FSH se realizó por ultrasonografía transrectal, utilizando un ecógrafo Aloka SSD-500 equipado con una sonda lineal de 7,5MHz. En cada observación se valoró el número y diámetro de todos los folículos ≥2mm. La valoración de la respuesta superovulatoria se realizó en el día 8 tras la retirada del progestágeno, mediante determinación del número de cuerpos lúteos por laparoscopía y mediante la evaluación de los embriones obtenidos por lavado quirúrgico del aparato genital. Puesto que la presente experiencia se realizó dentro de un programa de obtención y conservación de embriones, se consideraron como viables y aptos para la congelación los embriones de grado 1 y 2 en la clasificación de Butler y Biggers, (1989). El análisis estadístico estudió la influencia de la población folicular categorizada según diámetros sobre la respuesta superovulatoria mediante análisis de correlación de Pearson. La posible influencia de folículos de tamaño preovulatorio fue valorada mediante análisis de varianza (ANOVA). Los resultados son expresados como media ± error estándar y la significación estadística fue aceptada a partir de $P<0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

La respuesta media al tratamiento de superovulación fue de 15,2±1,5 cuerpos lúteos y 10,4±1,2 embriones, lo que supone una tasa de recuperación (embriones totales/cuerpos lúteos) del 72,4%. Un total de 5,2±1,2 embriones fueron calificados como grado 1 y 2, por lo que la tasa de viabilidad (embriones viables/embriones totales) se estimó en el 48,4%, ya que 4 de las 17 hembras no presentaron ningún embrión congelable. Los resultados obtenidos en trabajos anteriores, en que se utilizó el mismo protocolo de superovulación en un mayor número de animales (García López et al., 1996), muestran datos muy similares en cuanto a número de cuerpos lúteos (15,5) pero un mayor número de embriones totales (13,7) y congelables (8,8). Este descenso en el número de embriones podría relacionarse con el hecho de que la presente experiencia se realizó durante el periodo de anestro estacional al contrario que en el caso del trabajo de García López et al. (1996), ya que trabajos anteriores realizados en nuestro país sobre superovulación y recogida de embriones en caprino señalan un fuerte efecto de la época del año (Cocero et al., 1995).

El análisis de la población folicular al inicio del tratamiento mostró una relación positiva entre la población de folículos con diámetros entre 2 y 6mm (15,5±1,2) y el número de cuerpos lúteos obtenidos en respuesta a la administración de FSH ($P<0,05$). Por otro lado, la presencia de folículos con diámetros entre 8 y 9mm, que habían alcanzado el tamaño preovulatorio y eran susceptibles de ejercer dominancia, tuvo un marcado efecto negativo ($P<0,005$) sobre el número de cuerpos lúteos. Así, se observó que en los 8 animales (47,1%) que presentaron folículos de este tamaño la tasa de ovulación fue menor que en los animales sin folículos de gran tamaño (Tabla I). En base a los resultados anteriores, este efecto podría relacionarse con el hecho de que el número de folículos entre 2 y 6mm era menor en las cabras con un posible folículo dominante (18,0±1,6 vs 12,0±1,3, $P<0, 05$).

Tabla I. Rendimientos superovulatorios en cabras de raza Murciano-Granadina con presencia o ausencia de folículos ≥8mm al inicio del tratamiento con FSH.

	Cuerpos lúteos	Embriones Totales	Tasa de recuperación	Embriones viables	Tasa de viabilidad
Ausencia de folículos ≥8mm	18,0±1,5	11,6±1,6	65,7±8,6	6,5±1,7	55,7± 11.3
Presencia de folículos ≥8mm	11,0±1,9	8,6±1,8	82,4±9,4	3,2±1,2	37,4± 13.3
Significación	P<0,01	P=0,23	P=0,21	P=0,17	P=0,33

Sin embargo, no se encontró relación entre el número de embriones totales y el número de folículos entre 2 y 6mm. Por el contrario, un mayor número de folículos de este tamaño estaba relacionado con una menor tasa de recuperación (p<0,05). Además, el mayor número de embriones totales obtenido en cabras sin folículos ≥8mm es solamente un efecto directo de su mayor tasa de ovulación, ya que su tasa de recuperación fue menor. Ambas observaciones podrían indicar que algunos de los folículos de menor tamaño, 2-4mm, -que tendieron a ser mas numerosos en los animales sin folículos ≥8mm (14,5±1,5 vs 10,0±1,5, P=0,06)- verían estimulado su crecimiento durante el tratamiento con FSH pero podrían no alcanzar la maduración suficiente para una correcta ovulación y liberación de un ovocito apto para ser fecundado y desarrollarse, como se ha descrito en vacuno (Stock et al., 1996). Esta consideración se ve reforzada por el hecho de que tanto el número de embriones viables como la tasa de viabilidad están directamente relacionados con el número de folículos entre 5 y 6mm (P<0.01), y no con aquellos de menor diámetro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Brebion P, Cognie Y. 5 Meeting Ass Eur Trans Emb. (AETE) 1989; 106.

Butler JF, Biggers JD. Theriogenology 1989, 31: 115-126.

Cocero MJ, López Sebastián A, García López M, Ormazabal JJ, Santiago Moreno J, González de Bulnes A, Reus E. ITEA 1995, Vol Extra 16: 451-453

Cognie Y. Theriogenology 1999, 51: 105-116.

García López M, Cocero MJ, López Sebastián A, Carrizosa JA, Santiago Moreno J, González de Bulnes A, Vicente MS, García Fernández MJ. En: Sanidad y producción de rumiantes en el Mediterráneo. 1996, 429-432

Guilbault LA, Grasso F, Lussier JG, Rouillier P, Matton P. J Reprod Fertil 1991; 91: 81-89.

Stock AE, Ellington JE, Fortune JE. Theriogenology 1996, 45: 1091-1102.

RESULTADOS DE UN PROGRAMA DE RECOGIDA DE EMBRIONES EN OVEJAS DE RAZA CHURRA

Rodríguez, C.; Álvarez, M.; Boixo, J.C. [2]; Anel, E.; Guerra, C.; Olmedo, J.A.[3]; Paz, P. y Anel, L.

Reproducción Animal, Facultad de Veterinaria. Universidad de León, 24071 León.
dsacrc@unileon.es [2]CENSYRA de León. [3]Diputación de Valladolid.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de ovulación múltiple y transplante embrionario (MOET), de aplicación relativamente rutinaria en vacuno, tienen una gran ventaja sobre la inseminación artificial, ya que aumentan la eficacia de los programas de selección y mejora al incrementar la velocidad de progreso genético (aplicación de la vía padre y madre). En la especie ovina existen dificultades técnicas de tipo anatómico y fisiológico que dificultan en general el uso de las técnicas de reproducción asistida. En el caso particular de la recogida de embriones, esta problemática se acentúa no sólo por la dificultad de acceso al útero para el lavado de los cuernos uterinos (imposible por vía vaginal) , sino también por la variabilidad de la respuesta de las donantes a los tratamientos de superovulación o de las tasas de fertilización de los ovocitos. No obstante, a pesar de la problemática específica y del escaso grado de tecnificación del sector, el uso de programas MOET puede tener importantes aplicaciones en un futuro inmediato, considerando no sólo los aspectos de mejora genética sino otros fundamentales como el sanitario (puede ser un método para "surtir" los centros de sementales sin riesgos sanitarios).

En los últimos cinco años, se han ensayado aspectos preliminares para el desarrollo de un programa de recogida y transferencia de embriones en la raza Churra. En este trabajo se presenta un resumen de los resultados de recogida de embriones, obtenidos con distintos protocolos de superovulación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 107 ovejas adultas de raza churra repartidas en distintos protocolos. Todos los animales se sincronizaron con un progestágeno intravaginal (40 mg FGA) durante 14 días con cambio del pesario el día 7 y dos dosis de prostaglandina (7,5 mg luprostiol) los días 0 y 9 desde la puesta de esponjas. El protocolo de FSH ovina a dosis fija (FSH-o fija), repetido todos los años, consistió en la administración de FSH-o (10 ml Ovagén®) en 8 dosis (1,25 ml/im), una cada 12 horas comenzando 3 días antes de la retirada del progestágeno. El protocolo de FSH en vehículo de absorción lenta (FSH-o PVP) consistió en la administración de FSH-o (principio activo equivalente a 10 ml de Ovagén®) disuelta en polivinilpirrolidona (33,4% PVP) 3 días antes de la retirada del progestágeno (vía subcutánea). El protocolo de FSH porcina (FSH-p) consistió en la aplicación de FSH-LH-p (Pluset®, 500 UI) en 8 dosis decrecientes (100, 100, 75, 75, 50, 50, 25 y 25 UI/im), una cada 12 horas comenzando 2 días antes de la retirada del progestágeno. El protocolo de FSH ovina en dosis decrecientes (FSH-o decreciente) consistió en la administración de dosis decrecientes de FSH-o (10 ml Ovagén®) en 8 inyecciones/im (2, 2, 1,5, 1,5, 1, 1, 0,5 y 0,5 ml), una cada 12 horas comenzando 3 días antes de la retirada del progestágeno, además de 200 UI de eCG (Folligón®) en el momento de la sexta inyección (Folch et al, 00). En todos los casos, al día

Este trabajo ha sido financiado en parte por: Junta de Castilla y León (LE02/00F) y Diputación de Valladolid.
siguiente de retirar las esponjas se introdujeron machos para realizar la monta. A los 7 días post-cubrición, previa anestesia general (Atropina+xilacina, Tiopental), se realizó la recogida quirúrgica de los embriones (laparoscopia + minilaparotomía). Se contaron los cuerpos lúteos, considerando respuesta positiva al tratamiento cuando se encontraron 5 o más cuerpos lúteos. En las ovejas positivas se realizó el lavado de los cuernos uterinos (medio: d-PBS+FCS+antibiótico), se aislaron los embriones y ovocitos (formas) y se clasificaron considerándose como válidos las mórulas y blastocistos de calidad 1 (Manual IETS, 1998). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza, con el modelo general lineal (GLM), del programa SAS® utilizando como factores el año y el protocolo de superovulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del protocolo FSH-o fija muestran que, aunque hay cierta variabilidad en la respuesta superovulatoria según el año, tanto en el número de ovejas que responden al tratamiento (Tabla 1) como en los embriones recuperados por oveja (Tabla 2), no existen diferencias significativas.

Tabla 1. Respuesta al protocolo de superovulación FSH-o fija según el año.

AÑO	N OVEJAS	% RESP (*)	CL/OVEJA
1995	20	75,0 (15/20)	12,6±1,7
1996	5	40,0 (2/5)	13,0±4,0
1998	15	86,6 (13/15)	14,5±1,5
1999	12	58,3 (7/12)	12,4±2,8
2000	7	57,1 (4/7)	17,5±3,3

* Ovejas con 5 CL o más / ovejas estimuladas

Con el protocolo FSH-o fija se obtienen una media de 4,56 embriones transferibles por oveja, con variaciones según el año entre 3 y 6 embriones Este resultado es comparable al observado en otras razas autóctonas españolas con diversos protocolos de superovulación: en la raza Manchega se han obtenido de 1,1 a 4,3 embriones transferibles por oveja (Montoro et al, 1992), entre 4,4 y 6 (Picazo et al, 1996) o una media de 5,4 embriones (González Bulnes et al, 1999) y en la raza Rasa Aragonesa desde 3 embriones transferibles por oveja (Ledda et al, 1992) hasta 6,9 (Fernández Arias et al, 1997) ó 7,1 (Folch et al, 2000).

Tabla 2. Formas y embriones recuperados con el protocolo FSH-o fija según el año.

AÑO	Formas/ oveja	Tasa de recogida	Embriones/ oveja	Emb transferibles/ oveja	%Emb T*
1995	8,3±1,4	65,9%	4,3±1,4	3,7±1,4	44,6
1996	7,0±2,0	53,9%	3,0±2,0	3,0±2,0	42,8
1998	10,6±1,0	73,6%	6,2±1,1	5,6±1,1	52,8
1999	7,1±1,5	57,3%	4,9±1,8	4,0±1,5	56,3
2000	8,8±0,9	50,0%**	7,8±0,9	6,0±2,0	68,6

* Porcentaje de embriones transferibles respecto a las formas recogidas.
** Promedio de distintos métodos de lavado uterino.

En cuanto a los protocolos alternativos, los resultados se muestran en la Tabla 3. No se han encontrado diferencias significativas entre los distintos protocolos y el protocolo control (FSH-o fija). El uso de FSH PVP suele dar unos valores de cuerpos lúteos inferiores a los obtenidos con inyecciones múltiples. Así, Hsu et al (1995) y Dattena et al (1994) obtuvieron 6 y 8,6 cuerpos lúteos por donante,

respectivamente, si bien los resultados no son del todo comparables con los nuestros ya que ambos utilizaron FSH de origen porcino. Otros autores han utilizado FSH porcina en inyecciones múltiples, con unos valores muy similares de embriones transferibles por donante (Chagas et al, 1997, 3,9 y Wierzchós et al, 1992, 5,2). En nuestro estudio, la utilización de FSH ovina en dosis decrecientes determina un incremento del número de embriones transferibles, en línea con los resultados obtenidos por Folch et al, 2000 (7,12 embriones transferibles por oveja).

Tabla 3. Rendimiento de tres protocolos de superovulación en la oveja Churra.

PROTOCOLO	N	CL/oveja	Formas/ oveja	Embriones/ oveja	Emb transferibles/ oveja
FSH-o fija	13	14,5±1,5	10,6±1,0	6,2±1,1	5,6±1,1
FSH-o PVP	9	6,2±1,1	4,5±1,1	4,0±0,9	3,7±0,8
FSH-o fija	7	12,4±2,7	7,1±1,5	4,9±1,8	4,0±1,5
FSH-p decreciente	6	16,7±2,4	10,8±2,6	5,2±2,1	4,2±1,7
FSH-o fijas	4	17,5±3,3	8,8±0,9	7,8±0,9	6,0±2,0
FSH-o decreciente	10	17,0±2,5	11,5±2,4	6,9±1,8	6,8±1,8

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chagas, J.N. y Cidadao, M.R. (1997). Superovulation of Saloia ewes. *I Congreso Iberico Reproducao Animal, Estoril 3-6 Julio 1997. Volumen 2 de comunicaciones* 448-452.

Dattena M., Vespignani S., Loi P., Branca A., Cappai P., Naitana S. y Ledda S. (1994). Superovulatory response of Sardinian ewes treated with a single dose of pFSH in PVP. *Progressi scientifici e tecnologici in tema di patologia e di allevamento degli ovini e dei caprini.*

Fernández-Arias, A., Folch, J., Alabart, J.L., Echegoyen, E. y Sánchez, P. (1997). Superovulación de ovejas con FSH-o por medio de un dispositivo de inyección automático. *ITEA 1997, Vol Extra 18 Nº2* 526-528.

Folch J., Olivera, J., Cocero, M.J., Aguilar, B. y Alabart, J.L. (2000). Comparison of two FSH treatments for superovulation of ewes. *16e Réunion A.E.T.E. Santander 8-9 Sept 2000* pg 146.

González de Bulnes, A., Cocero, M.J., Santiago Moreno, J., García López, M. y López Sebastián, A. (1999). Efecto del protocolo de sincronización de celos sobre los rendimientos superovulatorios en ovejas Manchegas. *ITEA 1999, Vol Extra 20 Nº2*, 699-701.

Hsu, T.T., Huang, W.Y., Yang, J.G. y Hsu, G.H. (1995). Superovulatory response in various seasons and single pFSH-PVP injection in Barbados Blackbelly sheep and Taiwan native goat. Journal of Taiwan Livestock Research 28: 159-167.

Ledda, S., Naitana, S., Cappal, P., Branca, A., Loi, P., Forcada, F., Abecia, J.A. y Zarazaga, L. (1992). Efecto del tratamiento PMSG + FSHp sobre la superovulación en ovejas de raza Sarda y Rasa Aragonesa. *Libro de comunicaciones de las VI Jornadas Internacionales de Reproducción Animal e Inseminación Artificial.* 298-302.

Manual of the International Embryo Transfer Society. Third Edition. (April 1998).

Montoro, V., Blanco, J.A., Cocero, M.J., Cruz, M., Fernández, J., Folch, J., Ramon, J.P. y de la Cruz, M. (1992). Embryo transfer as a technical aid in a selection programme for Manchega ewes. *Actas de las XVI Jornadas Científicas, Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, Pamplona, Spain*, 130.

Picazo, R.A, Cocero, M.J., Barragán, M.L. y López-Sebastián, A. (1996). Effects of LH administration at the end of a FSH superovulatory regimen on ovulation rate and embryo production in three breeds of sheep. *Theriogenology* 45: 1065-1073.

Wierzchos, E., Tischner, M. and Maffii, M. (1992). Superovulation of a low fecundity sheep breed using a porcine gonadotrophin extract with a defined LH content (Pluset). *Theriogenology* 38:147-152.

FACTORES QUE AFECTAN AL RENDIMIENTO DE LA T.E.CONGELADOS EN EL PROGRAMA GENÉTICO DE OVIARAGON

MJ. Cocero[1], B. Aguilar. J.L. Alabart, J. Olivera, J. Folch

Servicio de Investigación Agroalimentaria. Apdo 727, 50080 Zaragoza.
[1]SGIT/INIA. Avda. Puerta de Hierro km 5,9. 28040-Madrid

INTRODUCCIÓN

Los rendimientos reproductivos obtenidos en la aplicación de las técnicas MOET dentro del esquema de selección de la raza Rasa Aragonesa durante 1998 y 1999, han sido inferiores cuando se han utilizado embriones congelados y almacenados (32 y 36% vs 46 y 67% en embriones congelados y frescos respectivamente - Folch y col. 2000). El sistema de conservación utilizado en estos años fue una curva clásica hasta -35°C, tras la crioprotección de los embriones con etilén-glicol (ETG) introducido en 3 pasos (Cocero y col, 1996). Con el fin de equiparar los rendimientos de la transferencia de embriones frescos y congelados y en virtud de resultados experimentales previos (García López, 1999), hemos aplicado un protocolo de adición y retirada de ETG, adecuado al estadio que presentaba el embrión en el momento de ser congelado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 114 embriones, obtenidos a lo largo de los años 2000 y 2001, de hembras superovuladas con 8 dosis decrecientes de Ovagen (ICP);la extracción se efectuó entre 7 y 8 días después de la retirada de la esponja (FGA, Intervet), presentando los embriones estadíos de mórula compactada (MC) a blastocisto eclosionado (Ed). Los embriones fueron seleccionados en primer lugar por su estadío y sólo se conservaron aquellos que no presentaban ninguna alteración morfológica (grado 1), o los que tenían algún blastómero excluido de la masa celular principal (grado 2). La manipulación se efectuó en PBS-0,2% BSA (Dulbecco's) a temperatura ambiente, manteniéndose en estas condiciones un máximo de 3 horas hasta su crioprotección.

La adición de ETG se realizó en 2 etapas de 10 min cada una (0,75M y 1,5M), a 29°C; a continuación fueron refrigerados (2-4°C) hasta su congelación, o directamente introducidos en un congelador programable (Biocool). La velocidad de descenso térmico empleada fue: 1°C/min desde 22°C a –7°C; 10 min de estabilización a -7°C (inducción de la cristalización) y 0,3°C/minuto desde –7°C hasta –35°C. Se mantuvieron 15 min a esta temperatura antes de ser sumergidos en nitrógeno líquido (LN_2) para su conservación.

Las descongelaciones se realizaron en los días correspondientes a la transferencia de cada grupo de embriones, exponiendo la pajuela 10 s al aire antes de ser sumergida en agua a 30°C. Inmediatamente después se procedió a la retirada del ETG, mediante la inclusión de las MC en una disolución de sacarosa 1M; los blastocistos (B) y los blastocistos eclosionando o eclosionados (Ed) fueron introducidos en concentraciones de sacarosa 0,25 M. Tras un periodo de 10 min, todos los embriones fueron lavados 3 veces en PBS, antes de ser transferidos. Para las mórulas se utilizaron receptoras en día 7 tras la retirada de la esponja (FGA,

Intervet) y en día 8 para todos los blastocistos. Se realizaron ecografías a los 35 días de la transferencia, contabilizándose el nº de fetos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 114 embriones descongelados y transferidos a 57 hembras receptoras, se obtuvo una fertilidad del 73,7% (42 gestantes) y una supervivencia in vivo del 56,1% (64 fetos). Estos resultados son equiparables a los publicados por otros autores que utilizan ETG y 1 M de sacarosa, independientemente del estadio del embrión (McGuinnis y col. 1993) y claramente superiores a los que se logran utilizando GLY o propilénglicol (Schiewe y col. 1991), si bien hay que considerar que en ambos trabajos, el número de transferencias realizadas fue muy escaso.

En el Cuadro 1, que muestra los resultados obtenidos en cada uno de los estadios embrionarios, se observa que la supervivencia de los B es superior a la de las MC y Ed, pero la diferencia entre ellos no es significativa. El rendimiento observado en todos los estadios es mayor que el logrado en trabajos previos, utilizando únicamente 0,25 M sacarosa y en ellos se detectaba una diferencia significativa en la viabilidad postdescongelación de las 2 etapas de desarrollo (Cocero y col., 1996), lo que parece indicar que la concentración de sacarosa utilizada para la retirada del ETG, sí que puede ejercer influencia sobre la viabilidad de los embriones, fundamentalmente si están en etapa de MC. Una mayor presión osmótica favorecería la supervivencia in vivo de este estadio, de forma equivalente al incremento en los índices de desarrollo in vitro detectado en estudios recientes, en que comparamos secuencialmente las 2 concentraciones de dicho azúcar (García López, 1999).

Cuadro 1. Fertilidad y supervivencia embrionaria en embriones congelados en distintos estadios de desarrollo.

Rendimiento	MC	B	Ed	TOTAL
Fertilidad	(12/18)**66;6%**	(18/21)**85,7%**	(12/18)**66,6%**	(42/57)73,7%
Supervivencia	(19/36)**52,7%**	(28/42)**66,6%** ♥	(17/36)**47,2%** ♥	(64/114)56,1%

Datos con ♥ difieren en P<0.09
MC: Mórula compacta; B: Blastocisto; Ed: Blastocisto expandido
Fertilidad: nº de receptoras gestantes / nº de receptoras transferidas
Supervivencia: nº de fetos / nº de embriones transferidos

Aunque en discrepancia con las observaciones de Songsasen y col., (1995), que les llevan a concluir que hay poco efecto del método de dilución del ETG, sobre la tasa de supervivencia final de los embriones ovinos congelados-descongelados, los resultados expuestos en este trabajo apuntan a la existencia de un efecto del sistema de retirada de este crioprotector sobre la supervivencia embrionaria, ampliamente documentado cuando se utiliza Glycerol (Merry y col. 1984; Ware y Boland 1987). Adicionalmente, estos datos experimentales, si bien contradicen

aportaciones de otros autores respecto a la no influencia del estadio de desarrollo en la supervivencia post-descongelación (Tervit and Goold, 1984), ratifican nuestras observaciones previas, de que los rendimientos de la congelación clásica de embriones ovinos difieren en relación con la etapa de desarrollo y aportan una evidencia de que estas variaciones están relacionadas con la permeabilidad de membrana, como apuntaron Széll y col (1989), que se puede mediatizar a través de los protocolos de retirada del crioprotector.

En conclusión, los resultados del trabajo indican la conveniencia de añadir sacarosa 1M, en el líquido de lavado que se emplea para retirar el ETG tras la descongelación de mórulas congeladas con un protocolo clásico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

M.J. Cocero, A. López Sebastián, M.L. Barragán, R.A. Picazo. Differences on post-thawing survival between ovine morulae and blastocyst crypreserved with ETG or GLY. Cryobiology 33: 502-507 (1996).

J. Folch, J. Olivera, B. Aguilar, J.L. Alabart, P. Sánchez, E. Echegoyen, M.J. Cocero. Resultados obtenidos en la transferencia de embriones dentro del programa genético de la U.P.R.A. Carnes Oviaragón. XXV Jornadas Científicas de la SEOC. Teruel, 28-30 de Septiembre de 2000, pp. 559-561.

M. García López Efecto del sistema de crioprotección sobre el índice de desarrollo in vitro de embriones ovinos congelados en distintos estadios. Tésis Doctoral. Veterinaria Complutense de Madrid.1999

L.K. McGinnis, S.C. Duplantis,Jr and C.R. Youngs. Cryopreservation of sheep embryos using athylene glycol. Anim. Rprod. Sci. 30, 273-280 (1993).

D.A.Merry, K.R. Bondioli, R.L. Allen and R.W. Wright,Jr. One-step dilution of frozen-thawed sheep embryos. Theriogenology 22, 433-443 (1984)

M.C. Schiewe, W.F. Rall, L.D. Stuart and D.E. Wildt. Analysis of cryoprotectant, cooling rate and in situ dilution using conventional freezing or vitrification for cryopreserving sheep embryos. Theriogenology 36, 279-293 (1991)

N. Songsasen, B.C. Buckerel, C. Plante and S.P. Leibo. In vitro and in vivo survival of cryopreserved sheep embryos. Cryobiology 32, 78-91 (1995)

A.Széll, J.N. Shelton and K. Széll. Osmotic characteristics of sheep and cattle embryos. Cryobiology 26, 297-301 (1989)

H.R.Tervit and P.G.Goold. Deep-freezing sheep embryos. Theriogenology 21, 268 (1984).

C.B.Ware and M.P. Boland Effect of varying glycerol and sucrose concentration convinations on embryo survival rate in a one step cryoprotectant removal from frozen-thawed ovine embryos. Theriogenology 27, 721-728 (1987)

Proyecto financiado por CDTI (MINER). Agradecimientos: A E. Echegoyen y P. Sánchez por su colaboración en la obtención de embriones.

SUPEROVULACIÓN DE OVEJAS RASA ARAGONESA MEDIANTE pFSH/LH Y UN ANTAGONISTA DE LA GnRH (ANTARELIX)

Alabart J.L., Olivera J., Roche A., Cognie[1] Y., Aguilar B., Cocero M.J[2]., Echegoyen E., Folch J.

Servicio de Investigación Agroalimentaria. Apdo. 727, 50080 Zaragoza
[1]Station de Physiologie de la Reproduction, INRA, 37380 Nouzilly (Francia)
[2]SGIT-INIA Avda. Puerta de Hierro Km 5,9. 28040 Madrid

INTRODUCCIÓN

La repuesta de las ovejas a la superovulación con FSH suele tener una alta variabilidad individual. Además, algunas ovejas no responden. Uno de los factores que más condicionan la respuesta individual es la población folicular de cada oveja al comienzo de la superovulación. Así, la respuesta ovárica está positivamente correlacionada con el número de folículos pequeños (1-2 mm) y negativamente correlacionada con el número de folículos mayores antes de la estimulación ovárica (1). La situación ideal consistiría en que la población estuviera formada por numerosos folículos cercanos a 2 mm, ya que todavía no son estrogénicos y responden bien a las gonadotropinas. Según trabajos anteriores, una situación así puede conseguirse mediante la utilización de antagonistas de la GnRH en múltiples dosis (2). Conseguir un protocolo simplificado (p.ej., 2 dosis) ahorraría trabajo y estrés en los animales. En el presente trabajo se comparan los resultados obtenidos mediante un protocolo simplificado (2 dosis) frente a otro de 11 dosis de un antagonista de la GnRH (ANTARELIX; (3)) en la superovulación de ovejas mediante FSH / LH.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 24 ovejas Rasas, adultas, multíparas y secas en 3 experiencias de superovulación. En las experiencias de Septiembre de 1999 (n=5) y de Mayo de 2000 (n=7), las ovejas recibieron una dosis diaria de 0.5 mg s.c. de Antarelix (Europeptides, Argenteuil, France) durante 11 días, comenzando el día de la colocación de las esponjas de FGA (40 mg; Chronogest, Intervet, España) que se mantuvieron durante 14 días.

La superovulación se realizó mediante 8 inyecciones i.m. de pFSH (Pf. Beckers, Bélgica) en dosis decreciente (2 x 6, 2 x 5, 2 x 3, y 2 x 2 mg), separadas 12 h entre sí y comenzando al día siguiente de la última dosis de Antarelix. Se inyectaron 60 y 90 μg i.m. de pLH (Pf. Beckers, Bélgica) coincidiendo con la 7ª y 8ª dosis de FSH, respectivamente, así como 3 mg i.v. de pLH a las 8 h del comienzo del celo. Las esponjas se retiraron a la 7ª inyección de FSH.

En la experiencia de Septiembre de 2000, 6 ovejas recibieron el tratamiento descrito anteriormente, mientras que otras 6 se trataron de igual modo a excepción de que sólo recibieron 2 dosis de 0.5 mg de Antarelix, una a la puesta de esponja y otra 6 días más tarde. Los embriones se recuperaron a los 8 días de la retirada de

las esponjas. En esta última experiencia se tomaron muestras diarias de sangre durante el tratamiento con el antagonista para la determinación de LH por RIA (4). Antes de la primera dosis y el día posterior a la última, se tomaron 3 muestras de sangre con el fin de conocer los niveles iniciales y finales de LH. Los datos hormonales se analizaron mediante split-plot ANOVA. Las demás variables se analizaron mediante ANOVA, a excepción de los porcentajes para los que se aplicó el test de chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles hormonales de LH fueron menores en el grupo tratado con 11 dosis que en el de 2 dosis a lo largo del periodo de estudio ($P<0.05$). Las dos dosis aplicadas fueron claramente insuficientes para bloquear la LH en el mismo grado que en el grupo de 11 inyecciones (Fig. 1).

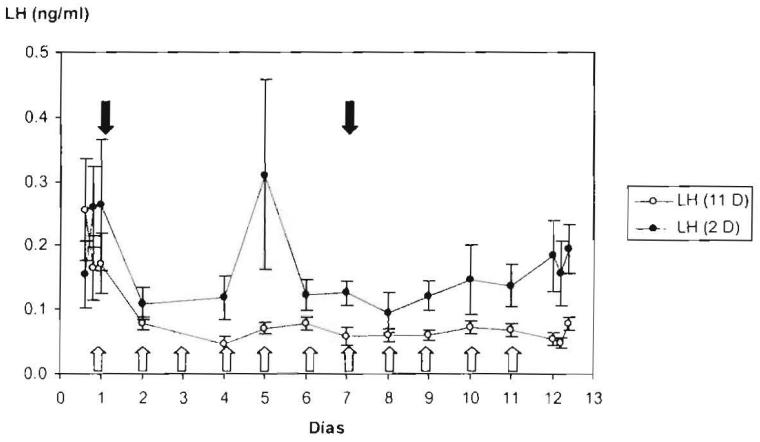


Figura 1. Valores de LH en ovejas tratadas con 11 ó con 2 dosis de Antarelix (0.5 mg). Las flechas indican los días en que se realizaron los tratamientos en cada grupo. El día 1 coincidió con la inserción de las esponjas.

En cuanto a los resultados de superovulación, en el lote de 2 dosis de antagonista hubo 2 ovejas que tenían todos los cuerpos lúteos regresados y que, por tanto, no se lavaron. Es difícil saber si esto fue debido al tratamiento de 2 dosis o no. En cualquier caso, no pudimos encontrar una relación entre los perfiles de LH de esas 2 donantes y la regresión luteal. La tasa de ovulación del resto de las ovejas de ese grupo fue similar a la del grupo de 11 dosis. Hay que destacar que la respuesta superovuatoria fue variable entre experiencias (de 11 a 25.1 de media; tabla 1).

Cabe destacar que la tasa de recuperación fue anormalmente baja en ambos lotes (2 y 11 dosis) en la experiencia de Septiembre del 2000, siendo significativamente menor que en el mismo mes del año anterior o en Mayo del

Tabla 1. Resultados de superovulación y obtención de embriones (medias ± error estándar).

Experiencia	Nº dosis	n	CL	Est. Emb.	% Rec.	N.F.	Emb. Viab.	% V
Mayo 2000	11 dosis	7	25.1±6.8	13.9±2.6^{d}	55.1^{c}	0.14±0.1	9.3±3.0	70.7^{a}
Sept. 1999	11 dosis	5	11.0±2.7	8.4±2.5	76.3^{b}	0	7.2±2.4	94.7^{b}
Sept. 2000	11 dosis	6	16.7±2.1	5.5±1.3^{e}	33.0^{a}	0.7±0.4	3.8±1.1	82.1^{ab}
Sept. 2000	2 dosis	6*	16.5±3.7	5.0±2.7	30.3^{a}	0	2.7±0.6	57.9^{a}

n: nº de donantes; CL: cuerpos lúteos por donante; Est. Emb: estructuras embrionarias por donante; % Rec: porcentaje de recuperación; N.F.: ovocitos no fertilizados por donante; Emb. Viab: Embriones Viables por donante: % V: porcentaje de viabilidad;*:Datos de 4 donantes; 2 ovejas tenían sólo cuerpos lúteos regresados. ^{a,b,c}: P<0.01; ^{d,e}: P<0.05.

mismo año. Esto podría atribuirse a un estrés inducido por las tomas de sangre diarias, ya que en las experiencias anteriores no se extrajeron muestras de sangre.

En el lote de 2 dosis, el porcentaje de embriones calificados como viables entre los embriones recuperados fue el más bajo de todos, aunque sólo se alcanzó la significación estadística con los lotes de 11 dosis de Septiembre de 1999 y de Mayo de 2000. No obstante, ello fue debido a una oveja de la que se recuperaron 12 embriones, de los que sólo 4 eran viables. En las otras 3 donantes del lote todos los embriones recuperados fueron clasificados como viables.

En conclusión, es necesario repetir experiencias de comparación de 2 frente a 11 inyecciones de Antarelix, pero utilizando dosis más elevadas en el grupo de 2 inyecciones para tratar de conseguir un bloqueo efectivo de la LH.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cognie Y. State of the art in sheep-goat embryo transfer. *Theriogenology*, 51:105-116 (1999).
2. Brebion P, Baril G., Cognie Y, Vallet JC. Embryo transfer in sheep and goat. *Ann. Zoot.* 41: 331-339 (1992)
3. Deghenghi R, Boutignon F, Wuthrich P, Lenaerts V. Antarelix (EP 24332) a novel water soluble LHRH antagonist. *Biomed. and Pharmacother.* 47:107-110 (1993).
4. Pelletier J, Garnier DH, De Reviers MM, Terqui M and Ortavant R.. Seasonal variation in LH and testoterone release in rams of two breeds. J. Reprod. Fertil. 64:341-346 (1982).

Financiado por CDTI (MINER). Agradecimientos: Al Dr. Deghenghi, Europeptides, Argenteuil, Francia por la cesión gratuita de Antarelix. A Pilar Sánchez Ruiz, por la recopilación de datos.

EFECTO DE LA eCG EN LA SUPEROVULACIÓN DE OVEJAS CON DOSIS DECRECIENTES DE FSH OVINA

Olivera, J.M.; Alabart, J.L.; Alcaide [1], V.; Arrese [2*], F.; Beltrán De Heredia [2], I.;Cocero [3], M.J.; Fuentes[4], S.; García-Cervigón [1], M.; Manso [1], A.; Mintegi [2], L.; Roche, A.; Folch, J.

Unidad de Tecn. en Prod. Animal SIA-DGA Apdo 727, 50080 Zaragoza.
[1] CERSYRA. Avda. del Vino 6, 13300 Valdepeñas.
[2] NEIKER, [2*]ARDIEKIN, S.L. Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46, 01080 Vitoria.
[3] Área Reprod. Animal. CIT/INIA. Ctra de La Coruña, Km 5,900, 8111 Madrid.
[4] Aberekin, S.A., Barrio de Arteaga, 25, 48106 Derio (Bizkaia)

INTRODUCCIÓN

El protocolo de administración de gonadotropinas en la superovulación de donantes es un factor importante en el resultado final de programas de transferencia de embriones en ganado ovino.

Estudios previos a nivel nacional han comparado la respuesta superovulatoria y el número de embriones viables tras la administración de ocho dosis iguales de FSH ovina (oFSH), u ocho dosis de contenido decreciente (Cocero et al., 1999). Este ensayo mostró una respuesta favorable, aunque no significativa (NS), al tratamiento con dosis decrecientes de oFSH.

Vivanco, W.H. (2000), encontró sobre un gran número de ovejas, mejores resultados asociando eCG al final de un tratamiento decreciente de FSH porcina (pFSH), en comparación con su inclusión al inicio del mismo. Con el fin de comprobar si el primer efecto se obtendría también utilizando oFSH, se comparó la administración de ocho dosis iguales de oFSH, con ocho dosis de contenido decreciente añadiendo eCG (200 UI) a la 6ª dosis (Folch et al., 2000). Este ensayo reveló una respuesta superovulatoria más homogénea y 1.64 embriones transferibles adicionales (NS), con el tratamiento de oFSH decreciente añadiendo eCG. Sin embargo en este trabajo no se pudo concluir si el efecto se debió al tratamiento decreciente con oFSH o a la inclusión de eCG

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el tratamiento de oFSH decreciente, añadiendo ó no eCG en la 6ª dosis, en tres localidades y razas diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un total de 26 ovejas adultas y secas en tres ensayos iguales, realizados en la misma época del año (Otoño del 2000): ensayo "Vitoria" raza Lacha (n=8); ensayo "Valdepeñas" raza Manchega (n=8) y ensayo "Zaragoza" raza Rasa Aragonesa (n=10).

Las donantes fueron sincronizadas con esponjas de 40 mg de FGA (Intervet, SA) mantenidas durante 13-14 días. Las esponjas se cambiaron a los 7 días. La superovulación se realizó aplicando 8.8 mg (dosis total) de oFSH (NIADDK-oFSH-17, Ovagen™, Laboratorios ICP) en dosis decrecientes (1.32 x 2; 1.1 x 4, y 0.88 x 2 mg) a intervalos de 12 horas, desde 60 h antes hasta 24 h después de retirar el progestágeno (6ª inyección). A la mitad de las ovejas de cada ensayo se les aplicó 200 UI de eCG (Foligón, Intervet SA) a la retirada de la esponja (n=13, Grupo eCG). El resto de las ovejas no recibieron la eCG (n=13, Grupo no eCG). Al momento de la

primera inyección se aplicó en todos los animales Cloprostenol (0.4 ml de Estrumate™, Schering-Plough, S.A).

Las donantes fueron inseminadas por vía intrauterina con 100 millones de espermatozoides por cuerno uterino, entre 50 y 55 h después de retirar las esponjas. Los embriones fueron recuperados por el mismo técnico en las tres experiencias al 8º día de retirar la esponja, siguiendo el método descrito previamente (Ramón et al., 1991). Los embriones obtenidos fueron evaluados y calificados según su viabilidad.

El análisis estadístico realizado evaluó, mediante análisis de varianza (GLM Procedures, SAS), el efecto del protocolo utilizado (oFSH decreciente con ó sin eCG), del ensayo ("Vitoria", "Valdepeñas", "Zaragoza"), y la interacción protocolo-ensayo sobre: el número de folículos (FOL), cuerpos lúteos no ovulados (cuerpos lúteos sin fosa de ovulación o folículos luteinizados), cuerpos lúteos regresados (CL Regr.), cuerpos lúteos normales (CL), estructuras embrionarias (embriones y no fertilizados; ESTR.), no fertilizados (No Fert), embriones totales (E), embriones viables (EV) por oveja. Se evaluó también el porcentaje de recuperación (ESTR./CL*100; % REC), de embriones viables (EV/E*100) y de donantes sin embriones (%D s/E) por protocolo. Los porcentajes fueron comparados por el test de chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó interacción entre protocolo y ensayo ($p>0.05$).

Se observó un efecto ensayo en la variable número de cuerpos lúteos (18.8±10.1 vs. 7.4±6.9; ensayos "Vitoria" y "Valdepeñas", respectivamente; $p<0.05$). Esto podría atribuirse a un efecto raza, manejo, etc., en estas dos localidades.

Con respecto al efecto del protocolo, se observaron diferencias entre los grupos en número de folículos, cuerpos lúteos y estructuras embrionarias, sin alcanzar el nivel de significación ($0.05<p<0.10$) (Tabla 1). El porcentaje de recuperación fue menor en el Grupo eCG ($p<0.001$). Los porcentajes de recuperación entre ensayos no fueron diferentes (62, 69 y 67%; ensayos "Vitoria", "Valdepeñas" y "Zaragoza", respectivamente; $p>0.05$). Por tanto, la diferencia encontrada entre los protocolos podría deberse al hecho de que algunos cuerpos lúteos considerados como normales en el Grupo eCG fueran realmente folículos luteinizados por la acción de la eCG. Esto disminuiría el porcentaje real de recuperación de ese protocolo. En este grupo hubo una oveja con 14 cuerpos lúteos no ovulados (ensayo Valdepeñas) y 3 ovejas con cuerpos lúteos regresados (2 en Valdepeñas y 1 en Zaragoza). El porcentaje de embriones viables fue similar entre protocolos (77.4 y 77.6%; Grupo eCG y Grupo no eCG, respectivamente; $p>0.05$). El porcentaje de donantes sin embriones fue mayor en el Grupo eCG (30.8 vs. 15.4%), pero no significativo ($p>0.05$).

Tabla 1. Respuesta superovulatoria a la estimulación ovárica con oFSH decreciente con (n=13) y sin eCG (n=13) (medias ± e.e/oveja, y porcentajes/Protocolo)

GRUPO	FOL	CL Regr	CL	ESTR	% REC	No Fert	E	E V	%D s/E
Con eCG	0.5±0.7	1.0 ±2.5	10.5±7.8	6.1 ± 3.9	49.2	0.5±0.7	5.6±4.2	4.4±3.6	30.8
Sin eCG	0.1±0.3	0.0± 0.0	16±8.5	12.0± 9.7	75.0	1.2±3.3	10.7±10.0	8.3±7.6	15.4

Algunos autores han encontrado respuestas superovulatorias bajas en ovejas cuando utilizaron productos con FSH de alta pureza (con baja contaminación de LH) (McMillan W. H. y Hall, D.R.H. 1990). Por ello, otros autores preconizan el uso asociado de eCG a estos tratamientos superovulatorios (Maxwell y Wilson, 1989; Vivanco, 2000). Los resultados presentados en este trabajo muestran, sin embargo, una respuesta desfavorable en el Grupo eCG. Es posible que esto se deba a que la dosis de eCG utilizada (200 UI) haya sido elevada para los fenotipos de ovejas y época del año considerada. Por otra parte, los trabajos que asocian eCG a la superovulación decreciente (Vivanco, H.W. 2000), no hacen referencia al comportamiento de este protocolo sin la misma, que sirviera de comparación con el diseño de nuestro ensayo. En bovinos, el uso de preparados de FSH con actividad de LH (FSH:LH ratio 1:1) ha producido una mayor respuesta superovulatoria, pero asociado a un elevado porcentaje de estructuras embrionarias no fertilizadas o degeneradas (Kelly, 1997).

En conclusión, la administración de ocho dosis decrecientes de oFSH sin añadir eCG proporcionó una media de 5.5 CL, 5.1 E, y 3.9 EV más por oveja, que en el caso de las donantes tratadas con oFSH añadiendo eCG (NS). Se observó también una respuesta más homogénea en el Grupo sin eCG (menor número de folículos, ausencia de cuerpos lúteos no ovulados y cuerpos lúteos regresados, menor porcentaje de donantes sin embriones, etc).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cocero MªJ.; Gonzalez A.; Santiago J.; Garcia M.; Lopez A. 1999. Efecto del protocolo de administración de FSH ovina sobre los rendimientos superovulatorios en ovejas Manchegas. ITEA, Vol. Extra 20 Nº2

Folch, J.; Olivera, J.; Cocero, M.J.; Aguilar, B.; Alabart, J.L. 2000. Comparison of two FSH treatments for superovulation of ewes. Proceedings of Annual Meeting of European Embryo Transfer Society. Setiembre 7 y 8, Santander, España.

Kelly, P.; Duffy, P.; Roche,.J.F.; Boland, M.P. 1997. Superovulation in catte: effect of FSH type and meted of administration on follicular growth, ovulatory response and endocrine patterns. Animal Reproduction Science, 46: 1-14.

McMillan W. H. and Hall D.R.H. 1990.Superovulation in the ewe: effects of stage of cycle and PMSG in oFSH (Ovagen) treated ewes. Proc. Aust. Soc. Rep. Biol. Conf. Sept. 24-26. Perth. W.A. P:38.

Maxwell, W.M.C., and Wilson, H.R. 1989. Superovulation and embryo recovery in ewes treated with a single injection of PMSG and FSH-P. Aust. Soc. for Reprod. Biol. Proceed. of the 21th Annual Conf., Monash University Australia.

Ramon, J.P.; Folch, J.; Fernández-Arias, A.; Alabart, J.L.; Cocero, M.J. y Echegoyen, E. 1991. La técnica de la transferencia de embriones en ganado ovino. ITEA, Vol. Extra, 11(1), 61-63.

SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989. 846 pp.

Vivanco, H W. 2000. "ET Beyond 2000". Proceedings of the Australian Embryo Transfer Society. Perth Conference. Observation City, WA. 28-30 June p:6-27.

Financiado por CDTI (MINER). Agradecimientos: a E. Echegoyen, I. Escota y P. Sánchez por su colaboración en la recuperación de embriones.

INFLUENCIA DEL MOMENTO DE MUESTREO SANGUÍNEO EN LA PREDICCIÓN DE FERTILIDAD DE OVEJAS RECEPTORAS DE EMBRIONES

Olivera, J.M., Folch, J., Cocero[1], M.J., Aguilar, B., Roche, A., Echegoyen, E., Sánchez, P., Alabart, J.L.

Unidad de Tecn. en Prod. Animal SIA-DGA Apdo 727, 50080 Zaragoza.
[1] Área Reprod. Animal. CIT/INIA. Ctra de La Coruña, Km 5,900. 8111-Madrid.

INTRODUCCIÓN

Estudios recientes en bovinos han revelado diferencias en la "aptitud" de las receptoras para iniciar y mantener la preñez, cuando se transfieren embriones con el mismo potencial de supervivencia (McMillan, 1999). Una identificación fácil de las receptoras más aptas podría incrementar el éxito de los programas ovinos MOET. La hipótesis planteada en nuestro trabajo es que, dicha aptitud, podría predecirse a través de la asociación multifactorial de parámetros sanguíneos y otras variables fisiológicas, cuando se mantiene fija la variable "calidad embrionaria". Resultados preliminares han mostrado la conveniencia de ampliar estos estudios a un mayor número de animales con el fin de obtener modelos más representativos de la realidad (Olivera, 1999). Los objetivos de la presente comunicación fueron: 1) seleccionar las variables que mejor modelan la fertilidad en receptoras ovinas, utilizando el análisis multivariable discriminante, y 2) determinar el día de muestreo sanguíneo que mejor predice la fertilidad en nuestras condiciones de trabajo (día de retirada de esponja vs. día anterior a la transferencia embrionaria).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue generado de la suma de cinco experiencias de transferencia embrionaria (TE) realizadas entre primavera de 1998 y primavera del año 2000. Se evaluaron un total de 99 receptoras Rasa Aragonesa, adultas y secas. Los demás manejos y técnicas aplicados a donantes, embriones y receptoras han sido descritos previamente (Olivera, 1999).

Se tomaron muestras de sangre de las receptoras en ayuno (12hs), el día de la retirada de la esponja de FGA y un día antes de la TE. Los análisis bioquímicos se realizaron en un autoanalizador (Vitalab Selectra™, Lab. Merck). La progesterona (P4) se midió por RIA directo, usando kits comerciales (125 I-Progesterone Coatria, Lab. Biomérieux). Los pesos fueron evaluados con 12 hs de ayuno. La condición corporal se midió según escala 1-5 (Rusell, 1966).

La variable de clasificación fue la fertilidad (valores 0 o 1) al diagnóstico ecográfico (35 días). Las variables de predicción fueron los niveles plasmáticos de: proteína total, albúmina, urea, creatinina, beta-hidroxibutirato (BHB), colesterol, fósforo (P), calcio (Ca), hierro, sodio y potasio; enzimas: CK-NAC, GLDH, GOT, GPT; y variables fisiológicas: edad, intervalo parto-transferencia, diferencia de peso vivo (DPESO) y condición corporal media entre la puesta y retirada de esponja.

El análisis discriminante se realizó en 3 pasos para los dos días de muestreo sanguíneo. En el primer paso se obtuvo el conjunto de variables que mostraba mayores diferencias entre los grupos de fertilidad (0= vacía,1= gestante), mediante un análisis por etapas. Se utilizó el método *Backward* (basado en análisis de varianza-covarianza) a P>0.20 para la eliminación de las variables del modelo (PROC STEPDISC de SAS). En un segundo paso, se determinó la función de dichas variables que mejor predice la fertilidad (PROC CANDISC de SAS). Por último, dicha función se utilizó para predecir la fertilidad de las receptoras en los dos momentos evaluados (PROC DISCRIM de SAS) (SAS Institute Inc., 1989). La predicción de ambos momentos de muestreo fue comparada a través de estos indicadores: Sensibilidad (Sen; % de diagnosticados como gestantes entre el total de gestantes), Especificidad (Esp; % de diagnosticados como vacías entre el total de vacías), porcentaje total de ovejas correctamente clasificadas (Ccla), y valor predictivo de resultado positivo (VpR+: % de realmente gestantes entre las predichas como

gestantes). La comparación de estos porcentajes se realizó por el test de chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de gestación real a la ecografía fue de 72.7% (72/99). Las variables seleccionadas como relacionadas con la fertilidad se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables seleccionadas por el análisis discriminante en los dos momentos de muestreo (medias de mínimos cuadrados ± e.e. en vacías y gestantes)

	DÍA RETIRADA DE ESPONJA		*DÍA ANTERIOR A TE*	
VARIABLE	**GESTANTES** (n=72)	**VACÍAS** (n=27)	**GESTANTES** (n=72)	**VACÍAS** (n=27)
DPESO (Kg)	2.7 ± 0.3 [a]	1.4 ± 0.4 [b]	2.6 ± 0.2 [a]	1.4 ± 0.4 [b]
BHB (mg/dl)	2.4 ± 0.1 [a]	2.7 ± 0.2 [a]	2.4 ± 0.12 [a]	3.2 ± 0.2 [b]
P (mg/dl)	6.2 ± 0.2 [a]	5.7 ± 0.3 [a]	-	-
Ca (mg/dl)	9.5± 0.2 [a]	8.9± 0.3 [a]	-	-

a, b: P<0.05 ; a, a: NS

Al día de la retirada de esponja (d0) cuatro variables fueron seleccionadas afectando la fertilidad. La media de mínimos cuadrados para la ganancia de peso (DPESO) fue significativamente mayor (P<0.05) en receptoras gestantes que en vacías. Los niveles de P y Ca fueron mayores en gestantes pero no significativos (0.05<P<0.1). Contrariamente, los niveles de BHB fueron menores en gestantes, no alcanzando tampoco niveles de significación. La función de estas variables que mejor predice la fertilidad para este momento (CANFd0) fue:

CANFd0 = + 0.74*DPESO - 0.58*BHB + 0.45*P + 0.57*Ca

Las receptoras que parieron tenían mayores valores de CANFd0 que aquellas que no lo hicieron (0.21 vs. -0.58; P<0.01; Fig. 1). Receptoras con valores de CANFd0 mayores que -0.18 fueron clasificadas como preñadas y aquellas con valores menores, como vacías. Así, se logró predecir correctamente el 62.5% de las receptoras gestantes (Sen) y el 74% de las vacías (Esp). En conjunto, el total de Ccla fue de 65.6%. El VpR+ para el d0 fue de 86.5%.

Al día anterior a la TE. (d7) sólo dos variables fueron seleccionadas como afectando la fertilidad. La media de mínimos cuadrados para la DPESO fue significativamente mayor (P<0.01) en receptoras gestantes que en vacías. Contrariamente, los niveles de BHB fueron significativamente menores (P<0.05) en receptoras gestantes. La función de estas variables que mejor predice la fertilidad (CANFd7) para este momento de muestreo fue:

CANFd7 = + 0.71*DPESO - 0.98*BHB

Las receptoras que parieron tenían mayores valores de CANFd7 que aquellas que no lo hicieron (0.21 vs. -0.57; P<0.01; Fig. 1). Receptoras con valores de CANFd7 mayores que -0.18 fueron clasificadas como preñadas y aquellas con valores menores, como vacías. Así, se logró predecir correctamente el 75% de las receptoras gestantes (Sen) y el 48% de las vacías (Esp). En conjunto, el total de ovejas Ccla fue de 67.6%. El VpR+ para el d7 fue de 79.4%.

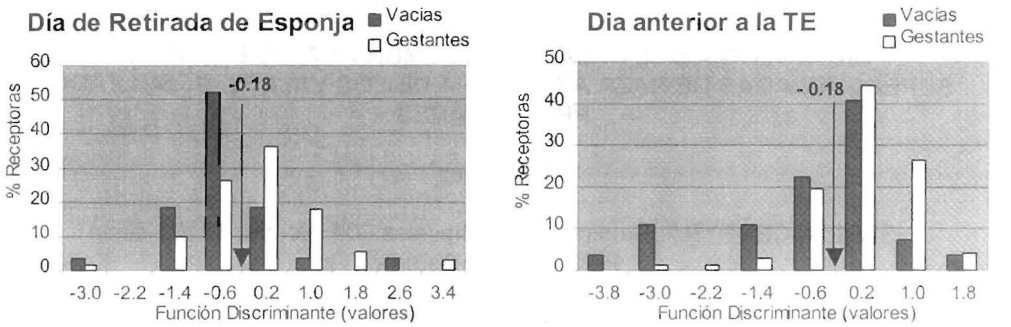


Figura 1. Diagrama de frecuencias de la función discriminante para la variable fertilidad en dos días de muestreo sanguíneo (las flechas indican el punto de corte).

No se encontraron diferencias significativas en la predicción interna comparada de ambos momentos de muestreo para ninguno de los indicadores utilizados.

Se conoce que los efectos nutricionales se expresan a través de intermediarios tales como esteroides ováricos, influenciando así, la síntesis y liberación de factores esenciales de crecimiento que favorecen la implantación embrionaria (O´Callaghan, 1999). Existe documentada relación entre la perdida de peso y/o condición corporal por déficit energético, el aumento de niveles de BHB y ácidos grasos no esterificados (NEFAS) y la subsiguiente ciclicidad y fertilidad en rumiantes (Whitaker, 1993). Esto concuerda con la relación que evidencia nuestra función de fertilidad (CANF) para receptoras vacías en ambos momentos de muestreo. La bibliografía asocia el P inorgánico y la relación Ca/P a infertilidad en rumiantes carenciados (Scharp, 1979).

Se concluye, que esta metodología permitiría, analizando variables que presentan mayores diferencias entre receptoras gestantes y vacías, elevar los porcentajes de fertilidad en los programas MOET. La fertilidad fue predicha con la misma eficiencia en ambos días de muestreo sanguíneo. Con el fin de corroborar los resultados obtenidos, debemos realizar la validación externa de ambos modelos, eligiendo las receptoras a utilizar en sucesivas experiencias de transferencia embrionaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

McMillan-WH; Donnison-MJ. 1999. Understanding maternal contributions to fertility in recipient cattle: development of herds with contrasting pregnancy rates. Animal-Reproduction-Science 57: 3-4, 127-140.

O´Callaghan, D. and Boland, M.P. 1999. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. Animal Science 68: 299-314.

Olivera, J.; Alabart, J. L.; Cocero, M; Folch, J. 1999. Predicción de la fertilidad en ovejas receptoras de embriones mediante variables fisiológicas y de bioquímica sanguínea. Revista ITEA, Vol. Extra 20 Nº 2: 708-710.

Russel, A.J.F; Doney, J.M.; Gunn, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. J. Agric. Sci. (Cambridge) 72: 451-454

SAS Introduction to Discriminant Procedures. In: SAS Institute Inc. *SAS/STAT* User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Vol 1, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989; 45.

Scharp, D.W. 1979. Effect of adding superphosphate to the drinking water on the fertility of dairy cows. Australian Veterinary Journal 55: 5, 240-243.

Whitaker, D.A.; Smith, E.J.; Kelly, J.M.; Da-Rosa, Go. 1993. Some effects of nutrition and management on the fertility of dairy cattle. Veterinary Record 133:3, 61-64

Financiado por INIA (Proyec. SC-94073) Agradecimientos a AECI, por financiar beca predoctoral del primer autor; a D. Andueza e I. Escota por su colaboración técnica.

CRONOLOGIA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO EN VACAS SUPEROVULADAS DE RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES. RESULTADOS PRELIMINARES

E. Gómez

SERIDA-CENSYRA. Camino de los Claveles 604, Somió, 33203 Gijón
Principado de Asturias

INTRODUCCION

La obtención de embriones de vacas superovuladas para su uso en aplicaciones biotecnológicas o en mejora ganadera requiere de un conocimiento preciso de la cronología del desarrollo embrionario en el animal vivo. Así, el embrión de 1 célula puede ser utilizado en micromanipulación pronuclear, y el estadío de 16-32 células es un óptimo donador de núcleos para la clonación. La mórula y el blastocisto son los estadíos preferentes en multiovulación y transferencia de embriones, por su capacidad para producir gestaciones tanto en fresco como después de ser criopreservados. El objetivo de este trabajo fue conocer la cronología del desarrollo embrionario antes de la implantación en vacas superovuladas de la raza Asturiana de los Valles.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante los años 1993 y 1994 sobre 15 vacas multíparas de raza Asturiana de los Valles. Las vacas se sometieron a tratamientos de superovulación comenzando entre los días 9 y 12 del ciclo, inyectando por vía intramuscular 500 UI de FSH-p (Schering), o bien 1350 UI de hMG (Pergonal 500), en dosis decrecientes, 2 veces al día durante 4 ó 5 días respectivamente. El celo se indujo con una aplicación de 2 mg de prostaglandina $F_{2\alpha}$ (Estrumate) en el último día del tratamiento. Para detectar el celo, las vacas se observaron 2 veces al día transcurridas 24 horas desde la aplicación de prostaglandina $F_{2\alpha}$. La inseminación se realizó con semen congelado de 1 toro de fertilidad demostrada, utilizándose 2 toros a lo largo del experimento. Genotipados recientemente para la mutación del gen de la miostatina, responsable del carácter de hipertrofia muscular (Grobet et al, 1997), un toro resultó ser homozigótico y el otro heterozigótico. Todas las vacas fueron superovuladas en 2 ó 3 ocasiones, con la pretensión de obtener embriones a intervalos aproximados de 24 horas. Los embriones producidos entre los días 6 y 9 procedieron de lavado uterino realizado sobre vacas vivas. Los embriones de 2 a 5 días se recogieron de los oviductos de 9 vacas sacrificadas, en las cuales se lavó también el útero. El medio de lavado y de mantenimiento usado fue PBS con 4 g/L de BSA, y los embriones se valoraron a 50X con ayuda de un estereomicrocopio. Se descartaron aquellos animales en los que el celo no se presentó antes de las 72 horas tras la aplicación de prostaglandina $F_{2\alpha}$ y sólo se seleccionaron embriones de excelente o muy buena morfología.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se realizó un total de 36 lavados, en 5 de los cuales no se recogieron embriones. Entre los 353 huevos obtenidos, se rechazaron 168 (23 oviductales -27%- y 145

uterinos -54%-). No se obtuvo ningún embrión de lavados uterinos de las vacas sacrificadas, aunque en 2 de ellas (días 3 y 4) el lavado uterino no se realizó por problemas técnicos. De otra vaca tampoco se recogieron embriones oviductales, por lo que no se contabilizó. Los resultados del experimento pueden verse en la tabla 1.

Tabla 1. Fases del desarrollo de embriones obtenidos mediante lavados oviductales y uterinos de vacas superovuladas de raza Asturiana de los Valles

		Días después del comienzo del celo y embriones obtenidos/día								
Fase	**C**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**D**	**Nº Lavados /Fase**
1 célula	1	14							**2**	2
2-7 células	2	8	4						**2,3**	3
8-16 células	3	9	13	7					**2,9**	5
17-32 células	4				6	4	4		**5,8**	4
Mórula	5					2	35	11	**7,3**	12
Blastocisto T	6						13	5	**7,3**	8
Blastocisto	7						14	23	**7,6**	11
Blastocisto E+E	8							13	**8**	7
Nº embriones		31	17	7	6	6	66	52		
E		**1,8**	**2,7**	**3,0**	**4,0**	**4,3**	**5,7**	**6,7**		
NºLavados/Día		3	1	2	2	2	11	9		

C: código adjudicado a cada estadío del desarrollo embrionario. D: Días promedio para cada estadío embrionario. E: Estadío promedio, valorado según el código correspondiente, en cada día del desarrollo. Blastocisto T: blastocisto temprano. Blastocisto E+E: blastocisto eclosionado o expandido

La cronología del desarrollo expuesta difiere en parte de la descrita por otros autores. Brink et al (1994) y Laurincik et al (1994) encontraron que más del 90% de los embriones entre las 40 y 53 h desde el comienzo del celo aún no se había segmentado, en fuerte contraste con el 54% (17/31) de divididos por nuestra parte (40 a 55 h). Además, todos los embriones divididos de Brink estaban en fase de 2 células, frente al 35% (11/31) de embriones de 4 y 8 células en nuestro trabajo. Le Guienne et al (1990) y Ménézo et Renard (1991) aprecian que el intervalo de tiempo para los embriones de 8 a 16 células es de 60-90 h y 68-91 h, respectivamente. En nuestro trabajo, los 29 embriones de 8 a 16 células aparecieron en el período de 50 a 74 h (7 de ellos recogidos a las 50 horas), aunque el día promedio de aparición (2,9) es equiparable al dado por estos autores (día 3, Le Guienne et al, y día 2,75, Ménézo et Renard). Es necesario ser cauteloso con la interpretación de estos datos, puesto que estas discrepancias pueden ser fruto de la aplicación de los tratamientos y del cálculo de los días de desarrollo embrionario.

Otro hecho relevante es el retraso (día promedio: 5,8) con que aparecieron los embriones de 17 a 32 células (entre 120-165 horas), que contrasta con las 91-110 horas descritas por Ménézo et Renard y las 90-125 de Le Guienne et al. Más que a una excesiva prolongación del período de activación del genoma embrionario (Telford et al, 1990), este retraso puede deberse a que los lavados uterinos en vacas sacrificadas no hubiesen sido realizados de manera eficiente, con posible pérdida de los más avanzados embriones uterinos de los días 4 y 5. La presencia de embriones de este tipo acortaría el intervalo entre 8-16 y 17-32 células. De acuerdo con lo anterior, se ha descrito un tránsito prematuro desde el oviducto hacia el útero en vacas superovuladas (Hackett et al, 1993; Newcomb et al, 1976). Hacket et al (1993)

realizan lavados en días 4, 5 y 6, con predominio de embriones de 8, 16 y >16 células respectivamente. La realización de este trabajo, en que las hembras se inseminaron a un tiempo fijo tras la aplicación de prostaglandina $F_{2\alpha}$, no permite establecer comparaciones con nuestros datos.

Aunque en nuestro trabajo la mayoría de los estadíos embrionarios se encuentran bien representados, es necesario trabajar más sobre las fases intermedias. Además, mediante cultivos in vitro, se han constatado diferencias entre toros que afectan a duración de la fase S del zigoto y al momento de la división del embrion (véase Schneider et al, 1999). El trabajo de Le Guienne et al (1991) se refiere a vacas superovuladas, pero Ménézo y Renard (1990) no indican el origen de los embriones que emplearon. Crisman et al (1980) muestran datos parecidos para el embrión de menos de 8 células, aunque se trata de vacas no superovuladas y un bajo número de casos (10 embriones).

La distribución de embriones observada en los lavados uterinos durante los días 6, 7 y 8 concuerda con lo descrito por Le Guienne et al y también por Ménézo et Renard. Es necesario, sin embargo, realizar un número de lavados adicionales en día 6 del ciclo. El conocimiento de la cronología del desarrollo embrionario en la raza Asturiana de los Valles es particularmente importante por la presencia de la mutación para el gen de la miostatina en más del 90% de los animales del libro genealógico (datos propios). El gen salvaje (miostatina;Mc Pherron et al, 1997) pertenece a la superfamilia de genes Transforming Growth Factor-β, codificante de factores importantes en la regulación del desarrollo embrionario. Por lo tanto, el genotipo de los toros utilizados en el presente experimento (uno homozigótico y otro heterozigótico para el carácter de hipertrofia muscular) podría haber dado lugar a un número significativo de embriones portadores y afectar al desarrollo. El presente trabajo apunta la posibilidad de un desarrollo embrionario más rápido para los primeros estadíos en raza Asturiana de los Valles.

REFERENCIAS

Brink Z, et al (1994) Theriogenology, 41:168.
Crisman RO, et al (1980) Am. J. Vet. Res. 41:645-647.
Grobet L ,et al (1997) Nature Genetics 17:71-74.
Hackett AJ et al (1993) Theriogenology, 40:1147-1153.0
Laurincik J et al (1994). Theriogenology, 42:1285-1293.
Le Guienne B et al(1990) Elev. Ins. 235:5.
McPherron AC et al(1997). Nature. 387:83-90
Ménézo Y et Renard JP (1990) La Reproduction chez les mammifères et l'hômme; pp 339-402.
Newcomb R et al(1976) The entry of superovulated eggs into the uterus. En: Rowson LEA (ed), Egg transfer in cattle. 1976; 5491:1-15.
Schneider CS et al (1999) Theriogenology, 51:1085-1098.
Telford NA et al (1990). Mol. Reprod. Dev. 26:90-100.

SUPEROVULACIÓN CON DIFERENTES DOSIS DE PLUSET® EN FUNCIÓN DEL NUMERO DE PARTOS EFECTUADOS POR VACAS HOLSTEIN DE ALTA PRODUCCIÓN.

S. Fuentes[1] y J. De la Fuente[2]
[1]ABEREKIN SA. Barrio Arteaga nº 25. Derio. Vizcaya.
[2]INIA. Reproducción Animal y Conservación de Recursos Zoogenéticos. Aptdo. 8111. 28080- Madrid

INTRODUCCIÓN:

Es sobradamente conocida la variabilidad de las hembras bovinas en la respuesta embrionaria a la superovulación con hormonas folículo estimulantes exógenas (1,2). Entre otros factores afectan la raza (3), la edad (4) y por tanto el numero de partos, la dosis (5,6,7) y el tipo de hormona empleadas (8,9,10). Igualmente parece relevante el régimen de administración hormonal utilizado (11) y el momento del tratamiento con relación al ciclo estral (12,13).

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar la respuesta superovulatoria de vacas Holstein lactantes comparando tres dosis de hormona folículo estimulante en el tratamiento superovulatorio, sobre tres grupos de vacas con edades y numero de partos diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Para la realización del presente trabajo se han utilizado 44 vacas lactantes ciclicas, entre 1 y 3 partos, que no presentaron ningún signo patológico, ni tampoco ningún historial de patología reproductiva. Todos los animales incluidos en el estudio tenían mas de tres meses post parto y presentaron al menos tres ciclos sexuales completos y regulares. Los animales que cumplieron estas condiciones fueron incluidos en 3 grupos según el numero de partos y sometidos a los diferentes tratamientos:

Grupo A: Vacas con un solo parto (n = 15). Tratamiento con 800 ui.
Grupo B: Vacas con dos partos (n = 15). Tratamiento con 850 ui.
Grupo C: Vacas con tres partos (n = 14). Tratamiento con 1000 ui.

La edad de las vacas en los diferentes grupos fue de: A) 2,8±0.1 años, en un rango de 2.7 a 3.0 años; B) 4.0±0.3 años, en un rango de 3.4 a 4.4 años y C) 5.9±0.4 años, en un rango de 5.3 a 6.4 años. El intervalo desde el parto hasta el comienzo del tratamiento superovulatorio fue de: A) 5.3±1.3 meses; B) 5.9±2.1 meses y C) 7.2±2.0 meses El intervalo promedio total desde el parto hasta el inicio del tratamiento superovulatorio en todos los grupos fue de 6.2±2.0 meses, el intervalo mínimo por grupos fue: A) 105 días (3.5 meses); B) 92 días (3.1 meses) y C) 119 días (4 meses). Para todas las vacas en todos los grupos el intervalo mínimo fue de 92 días (3.1 meses).

Los animales fueron superovulados con una dosis total de 800, 850 y 1000 ui de PLUSET (Calier, España), administradas (i.m.) en dosis decrecientes a intervalos de 12h durante 4 dias (Tabla 1).

Tabla 1.- Dosificación diaria para los animales superovulados con las diferentes dosis hormonales de Pluset .

	800 ui		850 ui		1000 ui	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Día 9	150 ui	150 ui	175 ui	175 ui	175 ui	175 ui
Día 10	125 ui	125 ui	125 ui	125 ui	150 ui	150 ui
Día 11	75 ui	75 ui	75 ui	75 ui	100 ui	100 ui
Día 12	50 ui	50 ui	50 ui	50 ui	75 ui	75 ui

Todos los animales donantes fueron tratados con una espiral intravaginal PRID (Ceva, España) al comienzo del tratamiento (día 0). El día 11 del tratamiento fue retirada la espiral y administrados 0.5 mg de Cloprostenol (Estrumate, Schering, España) a todas las donantes por la mañana y por la tarde. El celo apareció en los animales tratados entre las 30 y 40 horas de retirada la espiral de progestágeno. Todos los animales recibieron dos inseminaciones artificiales a las 12 y 24 horas de comenzado el celo (determinado por apreciación visual) con un toro de probada fertilidad

Los criterios utilizados para la evaluación de los tratamientos fueron el numero total de embriones obtenidos por animal, así como el numero de embriones transferibles y de embriones degenerados y óvulos sin fecundar. El análisis estadístico de los datos obtenidos ha sido realizado mediante el test T de Student y un análisis de varianza utilizando el método de comparación de medias de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

El promedio para los tres grupos de los embriones totales obtenidos ha sido de 11,1±4,1; 9,5±4,6 y 9,6±4,0 respectivamente. El promedio de embriones transferibles se ha mantenido a un elevado nivel entre 8,5±4,0, 7.7±3 y 8,3±2,8, respectivamente. Los óvulos no fecundados se han mantenido en promedios bastante bajos, resultando el grupo A el de mayor promedio con 1,7±1,0 por animal superovulado (tabla 2).

Tabla 2: Calidad embrionaria obtenida después de los tres tratamientos de superovulación con PLUSET sobre vacas de diferente edad y parto.

Grupo	Dosis	N	ETOT	EVIA	NF
A	800	15	11,1±4,1	8,5±4,0	1,7±1,0
B	850	15	9,5±4,6	7,7±3,0	1,1±1,4
C	1000	14	9,6±4,0	8,3±2,8	1,0±2,4

ETOT: Promedio de embriones totales. EVIA: Promedio de embriones viables NF: Óvulos no fecundados

En el presente ensayo los promedios de embriones totales y viables obtenidos, así como los óvulos no fecundados obtenidos han resultado similares en los tres grupos estudiados, esto es, en los tres niveles de hormona ensayados sobre las tres edades y numero de partos estudiados.

En el grupo A se obtuvieron 127 embriones viables y 25 óvulos no fecundados de un total de 167 embriones totales obtenidos. En el Grupo B se obtuvieron 115 embriones

viables y 17 óvulos no fecundados de un total de 143 embriones totales obtenidos. grupo C se obtuvieron 116 embriones viables y 14 óvulos no fecundados de un total de 134 embriones totales obtenidos (Tabla 3).

Tabla 3: Respuesta superovulatoria a tres diferentes dosis de PLUSET en cuanto a tasas de viabilidad (VR%) y tasa de embriones no fecundados (NFR%).

Grupo	N	VR (%)	NFR (%)
A	15	127/167 (76.1) [a]	25/167 (14.9)
B	15	115/143 (80.4) [ab]	17/143 (11.9)
C	14	116/1134 (86.6) [b]	14/134 (10.5)

a vs b:P<0.05

La respuesta superovulatoria de los animales de diferente edad y numero de partos a el tratamiento con dosis crecientes de hormona folículo estimulante, permite mantener una tasa de embriones no fecundados (NFR) entre el 10,5% y el 14,9%. Solo se han observado pequeñas diferencias en las tasas de viabilidad (VR) entre el grupo de los animales primíparos y el grupo de los animales con tres partos, en el que se incrementó ligeramente (76.1% vs 86.6%).

CONCLUSIONES:

Cuando se incrementa la dosis hormonal superovulatoria, a medida que aumenta la edad (y el numero de partos realizados), se mantiene la respuesta en cuanto al numero total de embriones y al numero de embriones viables, obtenidos en promedio de los animales estimulados.

Al ir aumentando la dosis hormonal, según aumenta la edad de los animales donantes, se posibilita ligeramente el incremento del porcentaje de viabilidad de los embriones obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Donaldson LE, Perry B. Theriogenology 1983; 20:163.
2. Hasler JF, McCauley AD, Schermerhorn EC, Foote H. Theriogenology 1983:19 83.
3. Saumande J, Chupin D, Mariana JC, Ortavant R, Mauleon P. In: Sreenan JM, ed. Control of Reproduction in the Cow. The Hague: Martinus Nijhoff, 1978:195-224.
4. Hasler JF, Brooke GP, McCauley AD. Theriogenology 1981; 15:109.
5. Lerner SP, Thayne WV, Baker RD, Hensche T, Meredith S, Inskeep EK, Dailey RA, Lewis PE, Butcher RL. J Anim Sci 1986; 63:176.
6. Bellows RA, Anderson DC, Short RE. J Anim Sci 1969; 28:638-644.
7. Pawlyshyn V, Lindsell CE, Braithwaite M, Mapletoft RJ. Theriogenology 1986; 25:179.
8. Elsden RP, Nelson LD, Seidel GE Jr. Theriogenology 1978; 9:17-26.
9. Monniaux D, Chupin D, Saumande J. Theriogenology 1983; 19:55-82...
10. Fuentes S y de la Fuente J. 2000. XXI Congreso Mundial de Buiatria. Comunicación VII,25
11. Garcia GJK, Seidel GE Jr, Elsden RP. Theriogenology 1982; 17:90.
12. Phillippo M, Rowson LEA. Ann Biol Anim Bioch Biophys 1975; 15:233-240.
13. Lindsell C, Murphy B, Mapletoft RJ.. Theriogenology 1986; 26:209-219.

ENCAPSULACION DE EMBRIONES BOVINOS EN MICROCAPSULAS ESFÉRICAS DE ALGINATO

Jesús Yániz[1], Pilar Santolaria[1], Joaquín Surra[1], Manel López-Béjar[2], Josep Rutllant[2], Fernando López-Gatius[3]

[1]Dept. Producción Animal. E.U. Politécnica de Huesca, 22071 Huesca, España.
[2]Dept. Anatomia y Embriologia, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España.
[3]Dept de Producción Animal. Universidad de Lleida. 25198 Lleida. España.

INTRODUCCION

La bioencapsulación consiste en la captura de materiales biológicos activos en cápsulas de gel. Las cápsulas resultantes pueden contener encimas, ADN, vacunas, células vivas y otros materiales con actividad biológica o farmacológica. La bioencapsulación tiene aplicaciones en la mayoría de campos relacionados con la biología, tales como la medicina, farmacología, bioquímica, ciencia de los alimentos, agricultura, ganadería, acuicultura, y tecnologías medioambientales.

En relación con las biotecnologías reproductivas, se han encapsulado espermatozoides y embriones con diferentes objetivos. Mediante encapsulación espermática se ha intentado aumentar la permanencia y supervivencia de los espermatozoides en el aparato genital de la hembra (Nebel y col., 1985). Por otro lado, la encapsulación se ha utilizado para proteger a los embriones de los daños de membrana que se producen durante la congelación (Niemann y col., 1983), para proporcionar una membrana artificial a los embriones manipulados (Krent y col., 1993), y para mejorar los resultados de desarrollo in vitro (Elsheikh y col., 1997).

En los trabajos de encapsulación embrionaria, el método de encapsulación incluye la utilización de una pipeta como molde para la formación de cápsulas cilíndricas, que contienen uno o varios embriones. Este método de encapsulación tiene la ventaja de controlar visualmente los embriones durante todo el proceso de encapsulación. Sin embargo, es un método delicado y lento cuando se maneja un gran número de embriones. Además, el tamaño de las cápsulas que se forman está limitado por el calibre de la pipeta utilizada como molde, lo que en ocasiones dificulta el manejo de las cápsulas y puede dificultar la eclosión de los blastocistos al tener que atravesar un mayor grosor de gel.

En la encapsulación de otros tipos celulares se ha utilizado otro método de encapsulación en el que se producen microcápsulas esféricas. El proceso de fabricación no se basa en un molde sino en la formación de microgotas (Nebel y col., 1985). El objetivo de este trabajo es adaptar este método a la encapsulación de embriones con el fin de facilitar el proceso de encapsulación y el manejo de las cápsulas.

MATERIAL Y METODOS

Método de encapsulación.

Se ha adaptado un método de encapsulación utilizado para otros tipos celulares como espermatozoides (Nebel y col., 1985) a la encapsulación de embriones de vaca. Se transfirieron los embriones del medio de cultivo a una solución 0,1 M de alginato de sodio en solución salina fisiológica a 39° C. Se absorbió el contenido en una jeringa de 5 ml. Se produjeron microgotas que contenían embriones mediante el método de extrusión con inyector. El inyector fuerza a la solución a salir a través de un aguja de 22G contenida dentro de una pieza de encapsulación. Simultáneamente, se hace pasar aire a una presión constante a través del interior de la pieza de encapsulación. El flujo de aire se regula mediante un medidor de flujo. El tamaño de las microgotas viene determinado por el calibre del aguja y el flujo de aire. Las microgotas se recogen en un recipiente que contiene una solución 0.1 M de Cl2Ca. Al contactar con el líquido, las microgotas gelifican formando las microcápsulas, conteniendo los embriones en el interior.

Producción in vitro.

Los ovarios se recogieron en un matadero próximo al laboratorio y se aspiraron los folículos de 2-7 mm de diámetro utilizando un aguja de 18G. Se seleccionaron bajo la lupa los ovocitos cuyo cúmulus oophurus estaba compacto e intacto y se lavaron 4 veces en Hepes-TCM 199. Los complejos cúmulo-ovocito (COCs) se maduraron en TCM 199 con sales de Earle, L-glutamina y $NaHCO_3$, incluyendo un 10% de suero fetal bovino y 10 ng ml^{-1} de EGF. La maduración se realizó en una atmósfera humedificada con 5% de CO_2, a 39°C durante 22-26 h.

Los COCs maduros se fecundaron en el medio TALP bajo en bicarbonato (2 mg/ml) de Tyrode, incluyendo 6 mg/ml de albúmina FAF, 4 mg/ml de lactato de sodio, y 0.11 mg/ml de piruvato de sodio con 1.7 UI/ml de sal sódica de heparina. Los espermatozoides mótiles se obtuvieron mediante centrifugación en un gradiente discontinuo de Percoll (Pharmacia, Uppsala, Sweden). Los espermatozoides se diluyeron hasta obtener una concentración final de 2 x 10^6/ml y se incubaron con los COCs durante 18 h.

Los supuestos cigotos se denudaron mediante agitación y se cultivaron en gotas de 20-µl de Fluido Sintético Oviductal (SOF) modificado de acuerdo con Holm y col.(1997). El cultivo se realizó en una atmósfera de 5% CO_2, 5% O_2 y 90% N_2 durante 2 días. En el día 2 los embriones de excelente calidad se dividiron al azar en dos grupos: encapsulados (n=125) y control (n=126). Treinta embriones, la mitad de ellos encapsulados, se transfirieron a cada gota de cultivo de 30-µl. El cultivo se realizó en una atmósfera modificada de 5% CO_2, 5% O_2 y 90% N_2 a 39°C y se estudió la proporción de blastocistos el d7 y blastoscistos eclosionados el d9 obtenidos en cada grupo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Este método de encapsulación permitió fabricar microcápsulas de 0,2 mm, muy fáciles de manejar con el material habitual de producción in vitro. En el proceso de encapsulación se perdieron 3 embriones. Todas las cápsulas contenían un solo embrión en su interior. Los resultados de desarrollo in vitro y de eclosión fueron semejantes en el grupo de embriones encapsulados y en el grupo control (tabla 1).

Tabla 1: Desarrollo in vitro y eclosión de embriones bovinos encapsulados en microcápsulas esféricas de alginato.

GRUPO	N	Blastocistos d7	Blastocistos eclosionados d9
ENCAPSULADOS	122	68	55
CONTROL	126	59	51

N: nº de embriones de 2 días.

En conclusión, la encapsulación de embriones de vaca en microcápsulas esféricas de alginato es posible, rápida y segura. Este método está especialmente indicado cuando se trabaja con un número elevado de embriones y cuando las condiciones de trabajo exigen manejar cápsulas de pequeño tamaño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Elsheikh AL, Takahashi Y, Hishinuma M, Nour MSM, Kanagawa H. Effect of encapsulation on development of mouse pronuclear stage embryos in vitro. Anim Reprod Sci 1997; 48:317-324.

2. Holm P, Booth P, Vajta G, Callesen H. A protein-free SOF system supplemented with amino acids, sodium citrate and myo-inositol 1997 Proceedings of the 13th Association Européenne de Transfert Embryonnaire, Lyon 158.

3. Krentz KJ, Nebel RL, Canseco RS. In vitro and in vivo development of mouse morulae encapsulated in 2% sodium alginate or 0.1% poly-L-lysine. Theriogenology 1993; 39:655-667.

4. Nebel RL, Bame J, Saacke RG. Microencapsulation fo bovine spermatozoa. J. Anim. Sci. 1985; *60*:1631-1639.

5. Niemann H, Illera MJ, Smidt D. In vitro development of pig morulae after enzimatic removal or microsurgical treatment of the zona pellucida. Theriogenology 1983; 19:142 abstr.

EVALUACIÓN DEL CARRAGENATO COMO SUSTRATO PARA LA ENCAPSULACION EMBRIONARIA

Jesús Yániz[1], Pilar Santolaria[1], Manel López-Béjar[2], Josep Rutllant[2], Fernando López-Gatius[3]
[1]Dept. Producción Animal. E.U. Politécnica de Huesca, 22071 Huesca.
[2]Dept. Anatomia y Embriologia, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.
[3]Dept de Producción Animal. Universidad de Lleida. 25198 Lleida.

INTRODUCCION

Una gran parte de la investigación actual sobre encapsulación se dedica al estudio de los polímeros, materiales semejantes a los geles que se utilizan como substrato para la encapsulación de las células. Los polímeros más utilizados en encapsulación se aislan de algas marinas, siendo los más importantes el agar, la agarosa, el alginato y el carragenato.

La encapsulación se ha utilizado para proteger a los embriones de los daños de membrana que se producen durante la congelación (Niemann y col., 1983), para proporcionar una membrana artificial a los embriones manipulados (Krent y col., 1993), y para mejorar los resultados de desarrollo in vitro (Elsheikh y col., 1997).En la mayor parte de los estudios de encapsulación embrionaria se ha utilizado el alginato como matriz. Sin embargo, el carragenato posee algunas propiedades que podrían ofrecer mayores ventajas en la encapsulación de ovocitos y embriones. El carragenato es una familia de galactanos sulfatados extraidos de algas rojas marinas. Las diferencias en sulfatación y estructura determinan la existencia de diferentes variedades de carragenato (Michel y col., 1997). Al tratarse de un polisacárido sulfatado, está mucho más próximo a los polisacáridos de las células animales que el alginato. El carragenato solidifica dependiendo de la variedad, concentración, presencia y tipo de sales y temperatura. Una vez formada, la cápsula de carragenato es más estable que la de alginato, y no depende tanto de las condiciones del medio.

Las condiciones de solidificación del carragenato son diferentes que las del alginato. Por ello, los protocolos que utilizan alginato para encapsular embriones no son extrapolables. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un método de encapsulación de embriones de vaca en k-carragenato y evaluar el desarrollo in vitro de embriones bovinos encapsulados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Método de encapsulación

La encapsulación de embriones en K-carragenato no pudo realizarse con el método clásico de encapsulación embrionaria en alginato, en el que se producen cápsulas cilíndricas, debido a la continua obstrucción de las pipetas. Por ello se optó por la fabricación de cápsulas esféricas.

Una concentración final de 1.5 % de K-carragenato en solución salina fisiológica se consideró de elección para la encapsulación de embriones de vaca, ya que se representa el óptimo entre una baja viscosidad y capacidad de formación de cápsulas en la solución de sales. Para conseguir unas condiciones óptimas del polímero, se calentó el k-carragenato en un baño maría a 70° C durante 15 minutos y se atemperó a 39 ° C. Para prevenir la gelificación del k-carragenato se calentó el material utilizado para encapsular (placas de Petri, jeringas, agujas...) en una estufa a 39°C.

Se transfirieron los embriones del medio de cultivo a una placa de petri de 35 mm que contenía 0.5-1 cc de una solución 0.1 M de K-carragenato a 39° C y se mezcló. Con una jeringa de 5 cc sin aguja se aspiró la solución que contenía los embriones y se acopló a un aguja de insulina de 0,5 mm. Con agujas de mayores diámetros se formaban cápsulas grandes mientras que si se reducían los calibres se dificultaba la eyección. Se colocó la punta de la aguja a 0.5-1 cm sobre la superficie de una solución de KCl 0,1 M. Se empujó el émbolo lentamente para que se formasen gotas que, en contacto con las sales de la solución, gelificaron formando cápsulas de carragenato, algunas de las cuales contenían embriones.

Las cápsulas con embriones se buscaron bajo la lupa y se transfirieron al medio deseado. Este protocolo permite producir cápsulas esféricas entre 0,75 y 1 mm de diámetro. La desencapsulación puede hacerse mediante aspiración con pipetas de menor diámetro que la cápsula, o sumergiendo las cápsulas en soluciones de baja concentración salina.

Producción in vitro.

Se estudió el desarrollo in vitro de embriones de 2 días encapsulados en carragenato, en cocultivo con células oviductales. Las células del epitelio oviductal se aislaron y cultivaron siguiendo el protocolo descrito por Eyestone and First (1989). Los ovarios se recogieron en un matadero próximo al laboratorio y se aspiraron los folículos de 2-7 mm de diámetro utilizando un aguja de 18G. Se seleccionaron bajo la lupa los ovocitos cuyo cúmulos oophurus estaba compacto e intacto y se lavaron 4 veces en Hepes-TCM 199. Los complejos cúmulo-ovocito (COCs) se maduraron en TCM 199 con sales de Earle, L-glutamina y $NaHCO_3$, incluyendo un 10% de suero fetal bovino y 10 ng/ml de EGF. La maduración se realizó en una atmósfera humidificada con 5% de CO2, a 39°C Durante 22-26 h.

Los COCs madurados se fecundaron en el medio TALP bajo en bicarbonato (2 mg/ml) de Tyrode, incluyendo 6 mg/ml de albúmina FAF, 4 mg/ml de lactato de sodio, y 0.11 mg/ml de piruvato de sodio con 1.7 UI/ml de sal sódica de heparina. Los espermatozoides mótiles se obtuvieron mediante centrifugación en un gradiente discontinuo de Percoll (Pharmacia, Uppsala, Sweden). Los espermatozoides se diluyeron hasta obtener una concentración final de 2×10^6/ml y se incubaron con los COCs durante 18 h.

Los supuestos cigotos se denudaron mediante agitación y se cultivaron en gotas de 20-µl de Fluido Sintético Oviductal (SOF) modificado de acuerdo con Holm y col.(1997). El cultivo se realizó en una atmósfera de 5% CO_2, 5% O_2 y 90% N durante 2 días. En el día 2 los embriones de excelente calidad se dividieron al azar en dos grupos: encapsulados (n=96) y control (n=95). Diez embriones, la mitad de ellos encapsulados, se transfirieron a cada gota de cultivo que contenían vesículas oviductales. El cultivo se realizó en una atmósfera de 5% CO_2 a 39°C y se estudió la proporción de blastocistos el d7 y blastoscistos eclosionados el d9 obtenidos en cada grupo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para encapsular casi un centenar de embriones se necesitan 3-4 minutos. De los 96 embriones originales, se consiguen encapsular 89, perdiéndose 7 en el proceso de encapsulación. La mayoría de las cápsulas contenía un solo embrión. Las cáspulas formadas permanecieron intactas en los medios y condiciones de cultivo utilizados.

Los resultados de desarrollo in vitro fueron semejantes en el grupo de embriones encapsulados y en el grupo control (tabla 1).

Tabla 1: Desarrollo in vitro y eclosión de embriones bovinos encapsulados en k-carragenato.

GRUPO	N	Blastocistos d7	Blastocistos eclosionados d9
ENCAPSULADOS	87	42	28
CONTROL	95	39	32

N: nº de embriones de 2 días.

En conclusión, se ha descrito un protocolo de encapsulación de embriones bovinos en k-carragenato que permite su desarrollo in vitro. Sin embargo, el método de encapsulación del carragenato requiere un estricto control de la temperatura y con él resulta difícil producir cápsulas de pequeño tamaño, porque se obstruyen las agujas o pipetas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Elsheikh AL, Takahashi Y, Hishinuma M, Nour MSM, Kanagawa H. Effect of encapsulation on development of mouse pronuclear stage embryos in vitro. Anim Reprod Sci 1997; 48:317-324.

2. Eyestone WH, First NL. Co-culture of early cattle embryos to the blastocyst stage with oviductal tissue or in conditioned medium. J Reprod Fertil 1989; 85: 715-720.

3. Holm P, Booth P, Vajta G, Callesen H. A protein-free SOF system supplemented with amino acids, sodium citrate and myo-inositol 1997 Proceedings of the 13th Association Européenne de Transfert Embryonnaire, Lyon 158.

4. Krentz KJ, Nebel RL, Canseco RS. In vitro and in vivo development of mouse morulae encapsulated in 2% sodium alginate or 0.1% poly-L-lysine. Theriogenology 1993; 39:655-667.

5. Michel AS, Mestdagh MM, Axelos MAV Physico-chemical properties of carrageenan gels in presence of various cations. Int J Biol Macromol 1997;21: 195-200.

6. Niemann H, Illera MJ, Smidt D. In vitro development of pig morulae after enzimatic removal or microsurgical treatment of the zona pellucida. Theriogenology 1983; 19:142 abstr.

DESARROLLO DE EMBRIONES BOVINOS PROCEDENTES DE OOCITOS MADURADOS IN VITRO EN PRESENCIA DE ETANOL

Díez, C.; Duque, P.; Hidalgo, C.; Facal, N.; Gómez, E.

SERIDA-CENSYRA. Camino de los Claveles 604, Somió. 33203 Gijón
Principado de Asturias

INTRODUCCION

El medio de cultivo empleado para la maduración in vitro puede afectar no sólo al porcentaje de oocitos que alcanzan la metafase II o a su aptitud para ser fecundados, sino que también puede tener un efecto determinante sobre la producción final de blastocistos (Bavister, 1992). Se desconocen en buena medida los requerimientos para la maduración del oocito bovino, especialmente para la maduración del citoplasma. El empleo de medios químicamente definidos permitiría identificar los factores activos que intervienen en este proceso (Mermilloc et al, 1999). La adición de etanol al medio de maduración in vitro da lugar a la activación del oocito y lo induce a dividirse sin necesidad de fecundación. De este modo, el etanol, bien sólo o con otras sustancias (citocalasina B, cicloheximida), se utiliza en concentraciones determinadas como agente partenogénetico (Fukui et al, 1992; Nagai, 1992; Presicce y Yang, 1993; Tanaka et Kanagawa, 1997). Varias técnicas de producción de embriones in vitro recurren a la utilización del etanol como solvente para determinados compuestos insolubles en agua (p.ej. 17 β Estradiol) y los nuevos sistemas de criopreservación de oocitos y embriones (Vajta el at, 1998) utilizan altas concentraciones de alcoholes como agentes crioprotectores. Su empleo presupone que las dosis con que se trabaja carecen de efectos perjudiciales sobre el desarrollo embrionario.

Recientemente se ha demostrado que la presencia de etanol durante la maduración, aunque no modifica los índices de maduración, las tasas de polispermia ni las divisiones iniciales del zigoto, da lugar a una reducción de la producción de blastocistos en el desarrollo (Avery y Greve, 2000) a partir de concentraciones del 0,3%.

El objetivo de este trabajo es estudiar si la presencia de un 1,5% de etanol durante la maduración afecta al subsiguiente desarrollo embrionario, previamente a su utilización como solvente incluido en un medio de maduración químicamente definido.

MATERIAL Y METODOS

Se recogieron ovarios de vacas de raza Asturiana de los Valles en el Matadero Central de Asturias, y se transportaron en solución salina y antibióticos a 25-30° C. En el laboratorio, los ovarios se lavaron 2 veces con agua corriente y 1 vez con solución salina estéril. Tanto la temperatura ambiental como la de los medios de mantenimiento se mantuvieron a 35° C. Mediante un sistema de vacío conectado a una aguja de 18G, se aspiraron los folículos de 1 a 8 mm. El líquido folicular con los complejos cumulus-oocito (CCOs) se recogió en un tubo con TCM199 Hepes + 0.4 g/L BSA + 2 UI Heparina/ml y se aclaró con el mismo medio a través de una membrana de concentración. Los CCOs se seleccionaron a 20X. Sólo se usaron

oocitos con citoplasma homogéneo incluidos en un cumulus compacto con, al menos, tres capas de células. Los CCOs se lavaron 3 veces en el medio de mantenimiento y 2 en el medio de maduración asignado a cada uno de los tres grupos experimentales.

El medio de maduración usado rutinariamente en nuestro laboratorio contiene un 0,5% de etanol (solvente del E_2). Para realizar el estudio se elaboró un medio básico de maduración (MM) fue TCM199-25mM bicarbonato, 1 μg/ml FSH, 5 μg/ml LH y 1 μg/ml E_2 a partir del cual se elaboraron los 3 grupos experimentales:

1) MM + 10% FCS (Grupo FCS; concentración final de etanol 0,5%)
2) MM + 0,5 mg/ml de polivinil-alcohol + 1% Etanol (Grupo Etanol; concentración final de etanol 1,5%)
3) MM + 0,5 mg/ml de polivinil-alcohol (Grupo PVA; concentración final de etanol 0,5%): control.

Los CCOs se incubaron a 39ºC, 5% CO_2 en aire y 90% de humedad relativa. Después de 22-24 horas de maduración, los oocitos se fertilizaron in vitro con espermatozoides motiles obtenidos mediante swim-up a partir de semen congelado y descongelado. La concentración en el medio de fertilización fue de 2 x 10^6 espermatozoides por ml de medio de fecundación. Al cabo de 18 horas, las células del cumulus se eliminaron por agitación y los presuntos zigotos se cultivaron en medio SOF modificado con aminoácidos, citrato y mioinositol (SOFaaci), al cual se añadió un 5% de FCS a las 64 horas post-inseminación (PI). Las condiciones de cultivo fueron 39º C, 5% CO_2, 5% O_2 y 90% de humedad relativa. El medio de cultivo se renovó durante los días 3 y 6 y el desarrollo se evaluó hasta el día 8 PI.
Los datos obtenidos fueron sometidos a ANOVA y al test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1 Desarrollo in vitro de embriones bovinos tras maduración en presencia de FCS, Etanol o PVA

	R	N	% Mórulas	%Bl. Día 6	%Bl Día 7	%Bl.Día 8	%Exp Día 7
FCS	5	162	55.5±1.4^a	24.4±3.6^a	42.9±2.4^a	43.3±1.8^a	17.3±2.1
Etanol	5	184	36.9±3.2^b	14.2±2.7^{ab}	30.4±2.1^b	32.9±3.0^{ab}	13.4±2.3
PVA	4	147	37.0±2.6^b	8.4±0.7^b	25.0±7.1^b	29.1±8.1^b	8.9±2.1

Porcentajes calculados sobre el número de oocitos en maduración; R: número de repeticiones del experimento; N: número de oocitos puestos en maduración; % Mórulas: mórulas obtenidas en día 6 PI; % Bl. Día 6, 7 y 8: blastocistos obtenidos en día 6, 7 y 8 PI respectivamente; %Exp Día 7 blastocistos expandidos en día 7.PI. ANOVA: superíndices diferentes (a, b) en la misma columna difieren significativamente ($p<0.05$)

Tanto los porcentajes de división a las 72 h PI (88.2±2.9, 89.4±1.4 y 82.8±7.4 para etanol, FCS y PVA respectivamente) como el desarrollo embrionario hasta la fase de mórula (% de embriones de 5-8 células en día 3: 63.9±5.9, 68.9±4.9 y 53.8±7.3) fueron similares en los tres grupos estudiados ($p>0.05$). La presencia de etanol al 1,5% en el medio de maduración tampoco afectó de forma significativa a la producción de blastocistos en día 6, al grado de expansión en día 7 ni a la

producción total de blastocistos tras 8 días de cultivo comparada con el FCS. No obstante, las tasas de blastocistos en día 7 fueron más bajas que las obtenidas en presencia de FCS. Con relación al grupo PVA, el incremento en un 1% de la concentración de etanol no tuvo efecto significativo sobre el desarrollo embrionario y tendió a acelerar la aparición de los blastocistos. Avery y Greve (2000) observaron un efecto perjudicial del etanol en tras maduración en condiciones semidefinidas (con BSA y sin hormonas) con concentraciones de etanol superiores al 0,3%, pero no observaron variaciones en la velocidad de formación de blastocistos entre los días 7 y 9. Sin embargo, los resultados obtenidos tras maduración en presencia de un 0,3% o de un 1% de etanol fueron semejantes.

Aunque la presencia de suero aumenta los índices de producción de blastocistos, estos resultados demuestran que es posible utilizar concentraciones de un 1.5% de etanol como solvente en la elaboración de medios químicamente definidos para el estudio de los factores que intervienen en el proceso de maduración in vitro. Sin embargo, es necesario estudiar la viabilidad de los embriones producidos en estas condiciones (gestación, resistencia a la criopreservación y número de células)

REFERENCIAS

Avery B, Greve T (2000) Effects of ethanol and dimethylsulphoxide on nuclear and cytoplasmic maturation of bovine cumulus-oocyte complexes. *Molecular Reproduction and Development*, 55:438-445.

Bavister, B. (1992) Problems of in vitro embryo development in domestic animals. *Virtanen Institute Symposium on In Vitro culture of Domestic Animal Embryos*, 21-27

Fukui Y, Sawai K, Furudate M, Sato N, Iwazumi Y, Ohsaki K (1992) Parthenogenetic development of bovine oocytes treated with ethanol and cytochalasin B after in vitro maturation. *Mol Reprod Dev* 33:357-362

Mermillod P, Oussaid B, Cognie Y (1999) Aspects of follicular and oocyte maturation that affect the developmental potential of embryos. *J Reprod Fertil Suppl.* 54:449-60

Minamihashi A., Watson AJ., Watson PH., Church RB. and Schultz AG (1993) Bovine parthenogenetic blasticysts folllowing in vitro maturation and oocyte activation with ethanol. *Theriogenology* 40: 63-76.

Nagai, T. (1992) Development of bovine in vitro-matured follicular oocytes activated with ethanol. *Theriogenology* 37: 869-875.

Presicce GA., and Yang X. (1993) Dynamics of activation of in vitro-matured bovine follicular oocytes following combined ethanol and cycloheximide treatment. *Theriogenology* 39: 290

Tanaka H, Kanagawa H (1997) Influence of combined activation treatments on the success of bovine nuclear transfer using young or aged oocytes. *Anim Reprod Sci.* 49:113-23

Vajta G, Holm P, Kuwayama H, Booth PJ, Jacobsen H, Greve T and Callesen H. (1998) A new way to avoid cryoinjuries of mammalian ova and embryos the OPS vitrification. Mol Reprod Dev 45: 560-565.

Trabajo financiado por el Proyecto 1FED97-0023.

EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE HEPARINA SOBRE LA FERTILIZACIÓN *IN VITRO* CON SEMEN DESCONGELADO DE TOROS DE LA RAZA RUBIA GALLEGA

N. Madrid-Bury, M. Oter, S. Pérez-Garnelo, A. Gutiérrez-Adán y J. de la Fuente

Departamento de Reproducción Animal y Conservación de Recursos Zoogenéticos, INIA. Carretera de la Coruña km 5.9, Madrid 28040. e-mail. nmadrid@inia.es

INTRODUCCIÓN

Durante la capacitación se producen una serie de cambios fisiológicos en el espermatozoide que le permitirán fertilizar al ovocito. Uno de los principales eventos es la alteración bioquímica de la membrana plasmática, que incluye la retirada o alteración de glicoproteínas periféricas provenientes del plasma seminal, y cambios en los fosfolípidos de membrana (1), todo esto está muy influenciado por el ambiente al que está expuesto el espermatozoide.

La heparina es un glicosaminoglicano altamente sulfatado con un efecto positivo sobre la capacitación (2), ha sido considerado el inductor más potente de la reacción acrosómica (3). Se ha observado que incrementa el número de embriones producidos *in vitro,* al utilizar tanto semen fresco como descongelado (2, 4). La concentración óptima de heparina utilizada para la inducción *in vitro* de la capacitación espermática en bovino, varia mucho entre los diferentes estudios realizados (5, 6), esto, unido a la gran variación existente entre toros en relación con la tasa de fertilización *in vitro* (7, 8, 9), son razones suficientes para determinar la concentración óptima de heparina para cada toro.

En este estudio se analizó el efecto de 4 concentraciones de heparina sobre el porcentaje de penetración de ovocitos madurados y fertilizados *in vitro* utilizando semen descongelado de cinco toros de la raza Rubia Gallega.

MATERIALES Y MÉTODOS

Maduración de ovocitos.

Los ovarios procedentes de matadero, fueron transportados al laboratorio en solución salina (0.9% NaCl) a 35°C. Se aspiraron los folículos de entre 2 y 8 mm. Los ovocitos seleccionados (10) después de 3 lavados en PBS, fueron madurados *in vitro* (50/pocillo) en pocillos con 500 µl de medio TCM 199, suplementado con FCS (10%), Epitelial Growth Factor (EGF, 10 ng/ml), L-Glutamina (0,1 gr/ml) y gentamicina (50 µg/ml) (11), cubiertos de aceite mineral. Se incubaron durante 24h a 38,5°C en una atmósfera con 5% CO_2 en aire y saturada de humedad.

Preparación del semen.

Se utilizó el semen descongelado de 5 toros adultos de la raza Rubia Gallega, con edades comprendidas entre 4 y 6 años. Tres pajuelas (0,25ml) de un mismo eyaculado de cada toro, fueron descongeladas en baño María a 37°C durante 1 min. El semen descongelado se lavó en Hepes-buffer Tyrode´s, centrifugando a 1000 g durante 10 min, el pellet se resuspendió y se añadió, con cuidado de no mezclarlo, 1 ml de medio FIV sin heparina para prodecer a hacer el *swim-up* (4). Después de 1h a 38,5°C el sobrenadante (650µl) del tubo fue recogido y centrifugado a 1000 g

durante 10 minutos y el pellet se resuspendió en medio FIV sin heparina hasta ajustarlo a una concentración final de 50 $x10^6$/ml..

Fecundación in vitro

Los ovocitos madurados se lavaron 3 veces en PBS y se transfirieron a placas de 4 pocillos con medio de fertilización TALP suplementado con amino ácidos, hipotaurina (1μg/ml) y heparina a concentraciones de 0, 4, 10 y 20 μg/ml, cubiertos con aceite mineral. La inseminación se realizó con una dosis fija de 10 μl/pocillo. Se mantuvo el cocultivo durante 18h a 38,5°C en una atmósfera con 5% CO_2 en aire y saturada de humedad.

Evaluación de los ovocitos.

Tras 18h de cocultivo, los presuntos zigotos fueron fijados en acético:etanol (1:3) y guardados en refrigeración por 24h para su observación en el microscopio de contraste de fases, depués de teñirlos con Lacmoid (1%). Los ovocitos se consideraron fertilizados cuando se observaron en su citoplasma 2 pronúcleos, 2 pronúcleos más una cola o 1 pronúcleo más la cola. Los ovocitos con más de 2 pronúcleos o con 2 pronúcleos y 2 colas fueron considerados poliespérmicos y no fueron incluidos en los datos de fertilización, aunque se muestra su incidencia.

Análisis estadístico

El efecto de los dos factores estudiados: la concentración de heparina y las variaciones entre toros, se analizaron mediante un análisis de varianza de dos vías y la diferencia entre medias fue determinada por la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de fecundación de ovocitos mostró que en la concentración de heparina de 0 μg/ml, había diferencias entre toros ($p<0,02$), es decir algunos toros mostraban mayores índices de penetración que otros. Para el resto de las concentraciones de heparina analizadas no se observaron diferencias significativas. Estos resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Porcentajes de ovocitos fecundados *in vitro* con semen descongelado de toros de la raza Rubia Gallega.

Toro	r	0 μg/ml		4 μg/ml		10 μg/ml		20 μg/ml	
		nº ovoc.	% fec.±DE	nº ovoc	% fec.±DE	nº ovoc.	% fec.±DE	nº ovoc.	% fec.±DE
A	3	105	14.4 ± 4.4^{ab}	105	40.5 ± 8.8	106	60.7±12.4	108	44.1±14.0
B	3	102	4.9 ± 4.7^{b}	97	31.5±10.5	102	60.9 ± 5.1	100	39.7±15.7
C	3	100	13.0 ± 6.4^{a}	102	44.8 ± 8.2	103	72.7 ± 2.7	103	49.3±10.2
D	3	92	2.2 ± 1.9^{ab}	91	42.8 ± 2.2	91	67.4 ± 8.8	87	48.1 ± 3.2
E	3	95	7.4 ± 2.0^{ab}	93	31.1 ± 4.6	95	63.2 ± 3.9	95	43.2 ± 4.6

r: nº de réplicas del experimento. columnas con letras diferentes $p<0.02$

El porcentaje de ovocitos fecundados de acuerdo a las diferentes concentraciones de heparina estudiadas se presentan el la tabla 2. Bajos niveles de penetración fueron observados a 0, 4, y 20 μg/ml de heparina y todos los toros

mostraron máxima penetración (P<0,001) a concentraciones de 10 μg/ml. El porcentaje de ovocitos penetrados se incrementó en todos los toros a medida que aumentaba la concentración de heparina hasta 10μg/ml, llegando a un máximo de 65% para luego declinar a 44.9% cuando los niveles de heparina fueron incrementados a 20μg/ml. Estos resultados coinciden con trabajos anteriores (5, 12). Se sabe que para tener capacidad fertilizante, los espermatozoides deben estar capacitados, y cualquier condición que acelere, retarde o prevenga los eventos fisiológicos que ocurren durante la capacitación afecta al porcentaje de ovocitos fertilizados (1). Esto parece explicar los bajos porcentajes de fertilidad conseguidos en las concentraciones subóptimas de heparina de 0, 4 y concentraciones superiores al óptimo como es el caso de 20μg/ml.

Tabla 2: Efecto de la concentración de heparina en la fecundación *in vitro* de ovocitos inseminados con semen descongelado de toros de la raza rubia gallega

Concentración de Heparina	Repeticiones	Ovocitos	Porcentaje de ovocitos			
			Fertilizados		Polispérmicos	
(μg/ml.)	nº	nº	nº	% ±DE	nº	%
0	15	492	42	8.4 ± 6.0^{c}	0	0.0
4	15	488	188	38.2 ± 8.7^{b}	10	2.0
10	15	497	325	65.0 ± 7.9^{a}	7	1.3
20	15	493	223	44.9 ± 9.7^{b}	9	1.7

Columnas con letras diferentes p<0.05

Los resultados indican que para los toros de la raza Rubia Gallega la concentración de 10μg/ml podría ser la recomendada para ser utilizada en la fertilización *in vitro* con semen descongelado. Debido a la variación entre toros y al número de animales analizados, se recomienda realizar mas experimentos con mayor cantidad de pajuelas, diferentes eyaculados y más cantidad de animales para confirmar los hallazgos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Yanagimachi R. J. Reprod. Fert. Suppl.1989.38:27-33.
(2) Parrish, J.J. *et al.* Theriogenology. 1985. 24:537-549.
(3) Handrow, R.R. *et al.* Bioch. Biophys. Res. Com. 1982. 107:1326-1332.
(4) Parrish, J. J. *et al.* Teriogenology. 1986. 25:591-600.
(5) Fukui, Y. *et al.* Theriogenology. 1990. 34:579-591.
(6) Lu, K.H and Gordon, I. 1988. Proc. 11th Inter. Cong. Anim. Reprod. and Artif. Insem. Dublin. 3:339.
(7) Astiz Blancos, S. *et al.* 15th Scientific Meeting of the A:E:T:E. 1999. 118.
(8) Hillery, F. L. *et al.* Theriogenology. 1990. 33:249.
(9) Shi, D. S. et al. Theriogenology. 1990. 33:332 Abstr.
(10) Le Guienne, B. 1998. Petit atlas de l´ovocyte bovin. Élevage et Insemination. 288:24-30.
(11) Lonergan, P. *et al.* Biol. Reprod. 1996. 54:1420-1429.
(12) Parrish, J.J. *et al.* Biol. Reprod. 1988. 38:1171-1180.

FUENTES DE VARIABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN IN VITRO DE EMBRIONES OVINOS Y COMPROBACIÓN DE LA SUPERVIVENCIA A TÉRMINO.

B. Aguilar, N. Poulin[1], M.J. Cocero[2], J. Folch, J.L. Alabart.

Servicio de Investigación Agroalimentaria. Apdo 727, 50080 Zaragoza.
[1]INRA-PRMD, 37380 Nouzilly, France
[2]SGIT/INIA. Avda. Puerta de Hierro km 5,9. 28040-Madrid

INTRODUCCIÓN

La producción in vitro de embriones ovinos alcanza un porcentaje de éxito en la actualidad que raramente supera el 30% (Cognie, 1999). Además de la existencia de numerosos protocolos para producir in vitro los embriones de diferentes especies, o incluso de una misma especie (Ptak y cols, 1997; Guler y cols, 2000; Hasler,2000), las personas implicadas en este trabajo conocen bien la necesidad de estandarizar apropiadamente los protocolos en cada laboratorio. Aunque los factores de variación abarcan desde la elección del protocolo hasta las características físicas del laboratorio y materiales a utilizar (Boone y Shapiro, 1990; Bavister, 1995), hemos querido poner de manifiesto en este trabajo algunas fuentes de variabilidad relativas a la utilización de productos no comerciales, como son el semen y el suero de oveja en celo, que afectan directamente al número de embriones producidos con una misma técnica aplicada en idénticas condiciones.

Además, como fruto de las transferencias de embriones realizadas, damos cuenta del nacimiento de los primeros corderos producidos in vitro en España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 323 ovocitos, obtenidos por aspiración a partir de ovarios de matadero, que se distribuyeron en 3 experiencias. La manipulación, medios y suplementos utilizados fue idéntica excepto para el objetivo de cada una de ellas. La metodología utilizada para la producción de embriones fue la descrita por Guler y cols. (2000). Brevemente: la maduración se realizó con pFSH (1μg/ml) en medio M199 suplementado con fluido folicular (10%), durante 24 h a 38,5°C en atmósfera de 5%CO_2. Los ovocitos se fecundaron en tubos con DMH suplementado con lactato cálcico, 8 mM, pH: 7.7. Se utilizó semen congelado procedente de un pool de varios machos. Tras un gradiente discontínuo de Percoll (45/90%), se capacitaron los espermatozoides en DMH (pH:7,3) con 20% suero de oveja en celo (SOC) tamponado con Hepes (10 mM) durante 1h a 38,5 °C. Se añadieron 10^6 espermatozoides/ml y se incubaron durante 18-20 h a 38,5 °C en tubos cerrados.Los zigotos se cultivaron en microgotas de SOF (1 embrión/μl) cubiertas por aceite mineral. Se incubaron durante 6-7 días a 38,5 °C en una atmósfera húmeda con 5% O_2, 5% CO_2 y 90% N_2. A las 24 h del inicio del cultivo se añadió 10% FCS a los pocillos y se calculó la tasa de división. El día 7 se evaluó el número de blastocistos obtenido. Las experiencias realizadas fueron:

Experiencia 1: Comparación entre reactivos químicos para la preparación de medios. Se hicieron 2 grupos de ovocitos que se maduraron, fertilizaron y cultivaron en medios con idéntica composición química pero con reactivos químicos procedentes de 1: Prolabo (n=40) y 2: Sigma (n=43). El fluído folicular, la pFSH, el SOC y el semen utilizados,habían sido previamente contrastados en el laboratorio de Nouzilly.

Experiencia 2: Influencia del suero de oveja en celo en la tasa de fertilización y desarrollo de los embriones. Se distribuyeron 90 ovocitos en 3 grupos cuya única diferencia en el tratamiento fue el uso de 3 SOC diferentes: Referencia, pool preparado a partir de sangre de 3 ovejas en celo (pool 98) y suero de la oveja 6736.
Experiencia 3: Comparación de lotes de semen congelado. Los ovocitos (n=150) se trataron de forma idéntica excepto en la fertilización in vitro donde se utilizaron 3 pool de semen congelado: Pool F: Referencia; pool 1: semen de 3 machos; pool 2: semen de 3 machos diferentes. La preparación, congelación y descongelación del semen fue la misma en los 3 casos.

De los blastocistos obtenidos en las experiencias 1 y 2 se transfirieron 16 de ellos en fresco según el método descrito por Ramón y cols.(1991). Los embriones de la experiencia 3 se congelaron en fase de mórula compacta al sexto día de cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación entre reactivos químicos arrojó resultados similares en ambos grupos si bien tanto la tasa de división como el número de blastocistos obtenidos el día 7 fue sensiblemente superior en el segundo grupo, en que los medios utilizados fueron los de Sigma (Tabla 1). El SOC demostró ser crítico en el proceso de la producción de embriones ya que influye tanto en la tasa de fertilización como en el número de blastocistos (Tabla 2). Así mismo, las diferencias observadas en la tasa de división dependiendo del semen (Tabla 3), apuntan a una importante variación en la capacidad de fertilización in vitro de los moruecos utilizados, ya que la técnica de congelación y preparación empleada fue la misma. Aunque las variables SOC y semen intervienen en las primeras fases del proceso de FIV, en nuestros resultados su influencia tambien se detecta en el índice final de blastocistos. Estos resultados sugieren que, si bien la ultilización de diferentes reactivos comerciales no parece influir en el rendimiento final, sí es necesaria una cuidadosa selección del SOC y del semen a utilizar cuando se aplica este protocolo de producción in vitro de embriones. El efecto negativo producido por el uso de productos no adecuados puede falsear la idoneidad de un determinado protocolo.

Tabla 1-Comparación de reactivos químicos

Reactivos	COC	CIV	División	B 7d
1	40	33	24 (60%)	9 (22,5%)
2	43	35	32 (74,4%)	13 (30,2%)

Tabla 2- Comparación de sueros de oveja en celo

SOC	COC	CIV	División	B 7d
Francia	30	27	25 (83,3%)[a]	6 (20%)
Pool 98	30	24	8 (26,7%)[b]	0
6736	30	30	24 (80%)[a]	2 (6,6%)

[a,b]: P<0,01

Tabla 3- Comparación de lotes de semen congelado

Semen	COC	CIV	División	MC 6d
Pool F	50	43	35 (70%)[a]	16 (32%)
Pool 1	50	45	10 (20%)[b]	4 (8%)
Pool 2	50	41	12 (24%)[b]	3 (6%)

[a,b]: P<0,01

En cuanto a las transferencias en fresco de embriones producidos in vitro (Tabla 4), la mitad de los embriones se transfirió a receptoras sincronizadas con los embriones, y la otra mitad a receptoras sincronizadas con 24 h de retraso. Se transfirieron 2 embriones por oveja. En 5 receptoras de ambos grupos se obtuvieron valores positivos de P4 el día 17. De estas 5 receptoras, se confirmó la presencia de fetos por ecografía el día 42 en 3 de ellas. Una de las receptoras abortó hacia la mitad de la gestación y las otras dos parieron 3 corderos de forma natural y con pesos considerados normales en los corderos producidos in vivo en esta raza. Del parto doble, el cordero hembra murió a las 24 horas y el macho a los 6 días. El cordero restante no mostró signos de crecimiento anormal, como ocurre en algunos animales producidos in vitro (Thompson y cols. 1995), y se desarrolló hasta alcanzar el estado adulto.

Tabla 4- Transferencia de embriones producidos in vitro

Receptoras	RE-TE	Embriones	FIV-TE	P4 (ng/ml)	Eco 42d	Nacidos
1	8d	B exp/Bexp	7d	>0,5	2	2
2	8d	B/B	7d	>0,5	-	-
3	8d	B/B	7d	0	-	-
4	8d	JB/JB	7d	0	-	-
5	8d	B/B exp	8d	>0,5	2	1
6	8d	JB/B	8d	>0,5	-	-
7	7d	B/B	7d	0	-	-
8	7d	JB/JB	7d	0,4	1	0

RE-TE: intervalo en días entre la retirada de la esponja y la transferencia
FIV-TE: intervalo en días entre la fecundación in vitro y la transferencia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bavister, B. D. 1995. Culture of preimplantation embryos: facts and artifacts. Human Reproduction Update. I:91-148.

Boone, W. R., and S. S. Shapiro. 1990. Quality control in the in vitro fertilization laboratory. Theriogenology. 33:23-50.

Cognie, Y. 1999. State of the art in sheep-goat embryo transfer. Theriogenology. 51:105-116.

Guler, A., N. Poulin, P. Mermillod, M. Terqui, and Y. Cognié. 2000. Effect of growth factors, EGF and IGF-1, and estradiol on in vitro maturation of sheep oocytes. Theriogenology. 54:209-218.

Hasler, J. F. 2000. In vitro culture of bovine embryos in Ménézo's B2 medium with or without coculture and serum: the normalcy of pregnancies and calves resulting from transferred embryos. Animal Reproduction Science. 60-61:81-89.

Ptak, G., L. Loi, M. Dattena, P. Cappai, and M. Tischner. IVM/IVF techniques in prepubertal lamb oocytes, p. 192. 13e Rèunion A.E.T.E. 1997.

Ramon, J., J. Folch, A. Fernandez-Arias, J. Alabart, M. Cocero, and E. Echegoyen. 1991. La técnica de la transferencia de embriones en ganado ovino. ITEA. 11:61-63.

Thompson, J. G., D. K. Gardner, P. A. Pugh, W. H. McMillan, and H. R. Tervit. 1995. Lamb birth weight is affected by culture system utilized during in vitro pre-elongation development of ovine embryos. Biology of Reproduction. 53:1385-1391.

ESTANDARIZACIÓN DE UN SISTEMA DE COCULTIVO DE EMBRIONES OVINOS EN ESTADIOS TEMPRANOS

R.M. García-García; A. González-Bulnes; V. Domínguez; J. Santiago Moreno; A. del Campo; M.J. Cocero

Dpto. de Reproducción Animal y Conservación de Recursos Zoogenéticos. SGIT/INIA. Avda Puerta de Hierro km 5,9. 28040- Madrid

INTRODUCCIÓN

El desarrollo in vitro de embriones de rumiantes en estadios de mórula compactada y blastocisto, se consigue en medios de cultivo definidos con índices de rendimiento elevados; sin embargo, las etapas más iniciales del periodo de división, requieren condiciones especiales para superar el denominado "bloqueo" que se produce al alcanzar la fase de 8-16 células (Wright y Bondioli, 1981). Uno de los procedimientos más utilizados consiste en el cocultivo con distintos tipos de células somáticas (revisado por Rexroad, 1989), siendo las células epiteliales oviductales las primeras que se utilizaron con éxito (Gandolfi y Moor, 1987). Esta técnica presenta como inconvenientes la laboriosidad y falta de homogeneidad en las distintas repeticiones del cultivo embrionario; la disponibilidad de un stock constante de células simplifica y homogeiniza el sistema a lo largo de los distintos periodos de trabajo. El objetivo de este estudio fue estandarizar el sistema de cultivo celular, mediante la evaluación del efecto en el desarrollo in vitro de embriones ovinos en estadios iniciales, del tiempo de establecimiento de la monocapa y de la congelación de las células somáticas.

MATERIAL Y MÉTODOS

a) Establecimiento de monocapas de células frescas

Las células de oviducto se obtuvieron a partir del legrado de dos tramos de oviducto (uno cercano a la ampolla y el otro cercano al istmo). Tras su homogeneización y centrifugación, se determinó la concentración de células vivas mediante tinción diferencial con azul tripán. Posteriormente, se ajustó dicha concentración a 500.000 céls/ml, en medio base de cultivo (M199+ 1% antibiótico - antimicótico + 1% L-glutamina + 10 % SFB) . Se sembraron 500 µl/pocillo de la suspensión en placas de 4 pocillos y fueron incubadas en estufa con 5% CO_2 y 90% de humedad, a 38.5ºC.

b) Congelación de células oviductales

Las células congeladas se aislaron mediante el procedimiento anteriormente descrito. Se calculó la concentración celular, resuspendiendo el pellet con M199 + 10% de DMSO como crioprotector, hasta obtener una concentración aproximada de $1x10^6$ céls/ml. Posteriormente, fueron introducidas en criotubos de 1ml y congeladas a -70ºC durante 24 horas, tras las cuales se almacenaron en Nitrógeno líquido hasta su utilización. Las monocapas de células congeladas se elaboraron con el mismo procedimiento descrito para las monocapas frescas.

c) Cocultivo de embriones

Los embriones fueron obtenidos por lavado quirúrgico en el oviducto (Ramón y col., 1991), de hembras sincronizadas y superovuladas con FSH ovina (Cocero y

col. 1999). Tras su valoración morfológica, fueron distribuidos en grupos según el estadio (2 a 4 células, 4 a 8 células, 8 a 12 células) e introducidos en monocapas de células frescas sembradas 48 horas, 4 días o 5 días antes del inicio del cocultivo. Adicionalmente, embriones de los mismos estadios fueron cocultivados con monocapas de células congeladas–descongeladas, sembradas 48 horas antes. Se evaluó el desarrollo de los embriones cada 24 horas, hasta la llegada a blastocisto, utilizando un microscopio de contraste interdiferencial de Hoffmann. El medio de cultivo fue cambiado cada 48 horas.

d) Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante análisis de varianza (ANOVA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Efecto de la edad de la monocapa

El análisis de los datos no indicó un efecto significativo de la edad de la monocapa en el desarrollo de los embriones cocultivados en monocapas frescas (Tabla I). Esta falta de efecto de la edad de la monocapa, sobre el desarrollo in vitro de los embriones ovinos, coincide con la no influencia del uso de células en suspensión o en monocapas confluentes al 70-80% observado en embriones bovinos de 1 a 4 células (McCaffrey y col. ,1991). Cuando se evaluó el posible efecto del estadio del embrión al inicio del cultivo, se observó una tendencia a un mejor desarrollo a blastocisto de los embriones que se obtuvieron en fases mas avanzadas del ciclo de división (p=0.05); este efecto también se produce cuando se utiliza un medio de cultivo definido (Thompson y col, 1989), pero los índices de desarrollo in vitro obtenidos en nuestro sistema son muy superiores a los notificados por dichos autores e incluso mayores que la media de blastocistos que se obtienen en medios semidefinidos, en resultados mas actuales (Bavister, 2000).

Tabla I. Porcentajes de desarrollo in vitro de embriones cocultivados en monocapas de células frescas de distintas edades.

	Embr 2-4 cel (n)	Embr 4-8 cel (n)	Emb 8-12 cel (n)	Total (n)
Mcpa 48 h	64,2±16,8 (17)	73,3 ±19,4 (19)	100±0,0 (15)	75,9±10,0 (51)
Mcpa 4d	60,4±16,0 (22)	71,1 ± 16,0 (17)	100±0,0 (20)	74,2 ± 8,9 (59)
Mcpa 5d	74,2±19,4 (17)	82,6 ± 12,9 (18)	85,9± 6,4 (18)	80,9±7,6 (53)
Total	65,3 ± 9,6 (56)	75,4 ± 8,9 (54)	94,6 ± 3,0 (53)	76,8±5,1 (161)

b) Efecto de la congelación en la eficacia del cocultivo

Puesto que no se observaron diferencias en el desarrollo relacionadas con la edad de la monocapa, para la homogeneización del sistema se eligieron monocapas de células congeladas -descongeladas sembradas 48 horas antes del inicio del cultivo, pues el impacto más favorable de las células somáticas se produciría durante las divisiones rápidas de las mismas (Wiemer y col., 1998). El análisis de los resultados no señaló diferencias significativas entre los porcentajes de blastocistos obtenidos en monocapas frescas y congeladas, encontrándose de nuevo una tendencia positiva (p=0.06) a un mejor desarrollo en los embriones de 8-12 células. Hoshi y col. (1994) tampoco encontraron una diferencia significativa en el efecto beneficioso del cocultivo de embriones de ratón de dos células, entre monocapas establecidas a partir de células frescas y monocapas derivadas de células congeladas, ambas de origen humano. Un estudio previo realizado con un sistema distinto de congelación, a partir de una monocapa ya establecida, tampoco detectó diferencias en el desarrollo embrionario de cigotos ovinos, entre monocapas de células frescas y congeladas (Rexroad y Powell, 1988).

Tabla II. Porcentajes de desarrollo in vitro de embriones cocultivados en monocapas de células congeladas.

	Embr 2-4 cel (n)	Embr 4-8 cel (n)	Emb 8-12 cel (n)	Total (n)
Mcpa 48h	76,5±14,5 (20)	89,6±4,7 (29)	100 ± 0,0 (21)	84,9±7,1 (70)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bavister, B.D..2000. *Theriogenology* 53:619-626.

Cocero, M.J., González-Bulnes, A., Santiago Moreno, J., García López, M., López Sebastián, A..1999. *ITEA* Vol. Extra 20 : 702-704.

Gandolfi, F., Moor, R.M.. 1987. *J. Reprod. Fertil.* 81:23-28.

Hoshi, K., Kanno, Y., Katayose, H., Yanagida, K., Suzuki, R., Sato, A..1994. *J. Assisted Reprod. Genetics* 11(7): 367-372.

Mc Caffrey, C., Mc Evoy, T.G., Diskin, M.G., Gwazdauskas, F.C., Kane, M.T., Sreenan, J.M..1991. *J. Reprod. Fertil.* 91:119-124.

Ramón, J., Folch, J., Fdez-Arias, A., Alabart, J.L., Cocero, M.J., Echegoyen, E..1991. *ITEA* vol extra 11:61-63.

Rexroad, C.E. Jr., Powell, A.M..1988. *Theriogenology* 29: 387-397.

Rexroad, C.E. Jr..1989.*Theriogenology* 31:105-114.

Thompson, J.G.E., Parton, G.A.J., Cruickshank, G.W., Smith, J.F., Wales, R.G..1989. *Theriogenology* 32:323-330.

Wiemer, K.E., Cohen, J., Tucker, M.J., Godke, R.A..1998. *Human Reprod.,* 13 Suppl 4: 226-238.

Wright, R.W. and Bondioli, K.R.. 1981. *J. of Anim. Sci.* 53:702-729.

TEST DE BCB Y MADURACION EN PRESENCIA DE CISTEAMINA PARA MEJORAR LA EFICACIA DE LA PRODUCCION IN VITRO DE EMBRIONES PROCEDENTES DE OVOCITOS DE CABRAS PREPUBERES

Rodríguez-González, E., López-Béjar, M., Velilla, E., Paramio Nieto M.T.
Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinaria, Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici V, 08193 Bellaterra. Barcelona

INTRODUCCIÓN

El reducido número de blastocistos obtenidos in vitro a partir de ovocitos de cabras prepúberes se debe probablemente a una maduración citoplasmática incorrecta, reflejada por una elevada incidencia de anomalías detectadas tras la FIV, como la poliespermia, la incompetencia para formar el pronúcleo masculino (Martino y col., 1994, 1995; Mogas y col., 1997) y la haploidía observada en embriones de 2-4 células (Villamediana y col., 1998).
En caprino, Crozet y col. (1995) han demostrado que la competencia del ovocito para producir blastocistos está determinada por la finalización de la fase de crecimiento en el folículo. El test de Azul de Cresol Brillante (BCB) es un método colorimétrico que permite determinar la actividad intracelular de la glucosa 6-fosfato deshidrogenasa (G6PD), un enzima únicamente presente en la fase de crecimiento del ovocito (Ericsson y col., 1993). El test de BCB ha sido empleado con éxito como método de selección de ovocitos porcinos útiles para MIV-FIV (Ericsson y col., 1993) y para el ensayo de penetración homóloga in vitro (Roca y col., 1998). Asimismo, se ha empleado en la selección de ovocitos más competentes para la producción de embriones a partir de ovocitos inmaduros de terneras (Pujol y col., 2000) y de cabras prepúberes (Rodríguez-González y col., 2000).
Por otro lado, se ha demostrado que la inclusión de cisteamina en el medio de MIV estimula la síntesis de glutatión intracelular en los ovocitos (vaca: De Matos y col., 1995,1996,1997; oveja: De Matos y col., 1999; cerdo: Yamauchi y Nagai, 1999), incrementa la proporción de ovocitos capaces de formar el pronúcleo masculino tras la FIV (cerdo: Grupen y col., 1995; hámster: Kito y Bavister, 1997; cabra prepúber: Rodríguez-González y col., 2001) y estimula el desarrollo embrionario hasta el estadio de blastocisto (vaca: De Matos y col., 1995, 1996; cerdo: Grupen y col., 1995; Yamauchi y Nagai, 1999).
El objetivo de este estudio ha sido analizar si la selección de ovocitos mediante el test de BCB y la MIV en presencia de cisteamina permiten mejorar la maduración citoplasmática y, consecuentemente, aumentar la producción de blastocistos in vitro a partir de ovocitos de cabras prepúberes.

MATERIAL Y METODOS

Obtención de los ovocitos

Se recogieron ovarios de cabras de aproximadamente 2 meses de edad en un matadero comercial y se transportaron al laboratorio en PBS con 50 μg/mL gentamicina a 37°C. Los ovocitos se obtuvieron mediante slicing, en TCM199/HEPES suplementado con 11,1 μg/mL heparina sódica, 2% (v/v) suero bovino de macho castrado (SS) y 50 μg/mL gentamicina.

Test de BCB

Los ovocitos obtenidos se lavaron 3 veces en PBS modificado por la adición de 1.09 mg/mL glucosa, 35.2 mg/mL piruvato, 0.4% (w/v) BSA y 50 μg/mL gentamicina (mPBS). Tras ello, los ovocitos se expusieron a 26 μmol/L de BCB (Sigma, B-5388) diluido en mPBS durante 90 min a 38.5°C. Tras la exposición a BCB, los ovocitos se lavaron 3 veces en mPBS y se clasificaron en 2 grupos según la coloración de su citoplasma: BCB+ (ovocitos que mostraron una coloración azul del citoplasma) y BCB- (ovocitos que no presentaron esta coloración). Tras la clasificación, los ovocitos, se lavaron 3 veces en el medio de maduración y se pusieron a cultivar.

Maduración in vitro (MIV) de los ovocitos

La maduración de los ovocitos se realizó en microgotas de 100 μL de medio TCM199 suplementado con 2750 μg/mL piruvato sódico, 146 μg/mL L-glutamina, 50 μg/mL

gentamicina, 10% (v/v) suero SS, 10 μg/mL LH , 10 μg/mL o-FSH, 1 μg/mL 17β estradiol y 100 μM cisteamina. Los ovocitos se cultivaron durante 27 h a 38.5° C en una atmósfera de 5% de CO2 en aire y saturada de humedad. Paralelamente, se realizó un control de ovocitos no expuestos al test de BCB y madurados en el citado medio de MIV, pero libre de cisteamina. Al final del cultivo, se tiñó una muestra de los ovocitos con lacmoide al 1% y se evaluó el estadio nuclear.

Selección y capacitación de los espermatozoides

Los espermatozoides, recogidos mediante vagina artificial, se lavaron y seleccionaron mediante la técnica de swim-up: se colocaron 2 ml de medio mDM (Brackett and Oliphant, 1975; modificado por Younis y col., 1991) en 3 tubos cónicos y se depositaron 70 μL de semen en el fondo de cada tubo. Se incubaron durante 45-60 min a 38.5°C en una atmósfera de 5% de CO_2 en aire y saturada de humedad. Se recogieron aproximadamente 600 μl del sobrenadante de cada tubo y se mezclaron en un tubo estéril de centrífuga que se centrifugó a 200 x g durante 10 min. Se eliminó el sobrenadante y el sedimento se mezcló con un volumen igual de medio de capacitación mDM suplementado con 100 μg/mL heparina, siendo la concentración final de esta suspensión de $84x10^6$ spz/mL aproximadamente. Esta suspensión se incubó durante 45-60 min a 38.5°C en una atmósfera de 5% de CO_2 en aire y saturada de humedad.

Fecundación in vitro (FIV) de los ovocitos

Tras 27 horas de maduración, los ovocitos se lavaron en medio de fecundación. La FIV se realizó en microgotas de 100 μL de medio de fecundación TALP (modified Tyrode's medium definido por Parrish y col., 1986), suplementado con 1 μg/ml hipotaurina. Se colocaron 20-25 ovocitos/microgota y se inseminaron con una alícuota (5 μL) de la suspensión de espermatozoides capacitados, con una concentración final de aproximadamente $3.5x10^6$ espermatozoides/ml). El co-cultivo se mantuvo durante 24 h a 38.5°C en una atmósfera de 5% de CO_2 en aire y saturada de humedad. Se tomó una muestra de los ovocitos a las 20 horas post-inseminación y se evaluó el estadio nuclear mediante lacmoide al 1%.

Cultivo embrionario in vitro (CIV)

El cultivo in vitro (CIV) se realizó en microgotas (1 μL medio de cultivo/embrión) de fluido oviductal sintético (SOF, Takahashi y First, 1992) cubiertas con aceite mineral en placas de cultivo de 35x10 mm, a 38.5°C en una atmósfera de 90% de N_2, 5% de CO_2 y 5% de O_2. Los presuntos embriones se mantuvieron en cultivo durante 7 días (8 días post-inseminación). A las 24 h del inicio del cultivo (es decir, a las 48 h post-inseminación) se añadió a las microgotas un 10% (v/v) de suero SS (0.1 μL suero/embrión). A los 7 días del inicio del cultivo (8 días post-inseminación) se valoró el desarrollo embrionario alcanzado mediante tinción de Hoechst 33342.

Análisis estadístico

Las diferencias entre grupos de tratamiento se calcularon mediante el test de χ^2. Se consideraron significativas las diferencias con un valor de probabilidad < 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se exponen los resultados obtenidos tras 27 h de MIV y 20 h post-inseminación. En presencia de cisteamina, los ovocitos BCB+ mostraron tasas superiores de maduración nuclear ($P<0.001$) y de formación de los 2 pronúcleos ($P<0.01$), así como un menor porcentaje de cabezas espermáticas que no formaron el pronúcleo masculino ($P<0.05$), respecto a los ovocitos BCB- y a los ovocitos control madurados en un medio libre de cisteamina.

Tabla 1. Efecto del test de BCB y la adición de cisteamina en el medio de MIV sobre la maduración nuclear y la FIV de ovocitos de cabras prepúberes (réplicas=3)

Tratamiento	MIV		FIV				
	Número total de ovocitos	MII n (%)	Número total de ovocitos	Fecundación n(%)	2 Pronúcleos n (%)	Asincronía n (%)	Poliespermia n (%)
Cisteamina							
BCB+	105	94 (89.5)^{a}	116	66 (56.9)	46 (39.7)^{a}	2 (1.7)^{c}	18 (15.5)
BCB-	219	158 (72.1)^{bc}	286	132 (46.2)	60 (21.0)^{b}	24 (8.4)^{ab}	48 (16.8)
Total	324	252 (77.8)^{b}	402	198 (49.3)	106 (26.4)^{b}	26 (6.5)^{bc}	66 (16.4)
Control	150	101 (67.3)^{c}	144	78 (54.2)	32 (22.2)^{b}	32 (22.2)^{b}	20 (13.9)^{a}

MII: Metafase II; Fecundación: una o más cabezas espermáticas no descondensadas, parcialmente descondensadas y/o pronúcleos; 2 pronúcleos: pronúcleo masculino y pronúcleo femenino; Asincronía: pronúcleo femenino y cabeza espermática sin formar pronúcleo; Poliespermia: más de una cabeza no descondensada, parcialmente descondensada y/o pronúcleo ya formado; ^{a,b,c} Los valores en una misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (χ^2, P<0.05)

En la Tabla 2 se muestran los valores relativos al desarrollo embrionario in vitro a los 8 días post-inseminación. Los ovocitos BCB+ mostraron mayores tasas de embriones totales (P<0.05), de embriones que superaron el estadio de 8 células (P<0.0001) y de mórulas y blastocistos (P<0.001) que los ovocitos BCB-. Asimismo, la proporción de ovocitos BCB+ que progresaron más allá del estadio 8 células fue superior (P<0.001) que en el control de ovocitos madurados en ausencia de cisteamina.

Tabla 2. Efecto del test de BCB y la adición de cisteamina en el medio de MIV sobre el desarrollo embrionario in vitro de ovocitos de cabras prepúberes (réplicas=3)

Tratamiento	Número total de ovocitos inseminados	Desarrollo embrionario a los 8 d post-inseminación			
		Embriones totales n (%)	Embriones ≥ 8 células n (%)*	Mórulas + blastocistos n (%)*	Blastocistos expandidos n (%)*
Cisteamina					
BCB+	139	63 (48.8)^{a}	43 (68.3)^{a}	15 (23.8)^{a}	5 (7.9)
BCB-	392	137 (34.9)^{b}	29 (21.2)^{c}	7 (5.1)^{b}	4 (2.9)
Total	531	200 (37.7)^{ab}	72 (36.0)^{b}	22 (11.0)^{b}	9 (4.5)
Control	111	47 (42.3)^{ab}	15 (31.9)^{bc}	6 (12.8)^{ab}	0 (0)

* Porcentajes calculados respecto al total de embriones; ^{a,b,c} Los valores en una misma columna con diferente superíndice difieren significativamente (χ^2, P<0.05)

En conclusión, la selección de ovocitos de cabras prepúberes mediante el test de BCB y su posterior maduración en un medio suplementado con cisteamina es un sistema eficaz de obtención de ovocitos maduros para programas de MIV-FIV-CIV, ya que permite seleccionar ovocitos con mayor capacidad de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brackett y Oliphant (1975). Biol. Repr. 12: 260-274
Crozet y col. (1995). J. Repr. Fert. 103: 293-298
De Matos y col. (1995). Mol. Repr. Dev. 42: 432-436
De Matos y col. (1996). Mol. Repr. Dev. 45: 451-457
De Matos y col. (1997). Biol. Repr. 57: 1420-1425
Erickson y col. (1993). Therio. 39:214 abstr
Grupen y col. (1995). Biol. Repr. 53: 173-178
Kito y Bavister (1997). J. Repr. Fert. 110: 35-46
Martino y col. (1994). Therio. 42: 859-873
Martino y col. (1995). Therio. 43: 473-485
Mogas y col. (1997).Therio. 48: 815-829
Parrish y col. (1986). Therio. 25: 591-600
Pujol y col. (2000). Therio. 53:466 abstr.
Roca y col. (1998). Reprod. Fert. Dev. 10:479-485
Rodríguez-González y col. (2000) AETE, 196
Rodríguez-González y col. (2001). Therio. 55:493
Takahashi y First (1992). Therio. 37:963-978
Villamediana y col. (1998). Serono Symposia: 612
Yamauchi y Nagai (1999). Biol. Repr. 61: 828-833
Younis y col. (1991). Biol.. Repr. 44. 1177-1182

EL USO DE LA FECUNDACIÓN IN VITRO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONGELACIÓN DE SEMEN PORCINO

J. Gadea, S. Ruiz, E. Sellés, R. Romar, C. Matás, P. Coy, A. Poto* y B. Peinado*
Departamento de Biología Animal (Fisiología Animal). Facultad de Veterinaria.
Universidad de Murcia. Fax: 968 364147 e-mail: jgadea@um.es
*Centro de Investigación y Desarrollo Agrario y Agroalimentario (CIDA). La Alberca (Murcia)

INTRODUCCIÓN

Después de 30 años de investigación en los sistemas de congelación del semen porcino, los resultados de fertilidad obtenidos mediante inseminación artificial con semen congelado aún no son suficientemente satisfactorios como para que su uso comercial se haya generalizado. En los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo para mejorar la fertilidad del semen congelado (revisado por Holt, 2000). Las vías de mejora han ido dirigidas a optimizar los sistemas de congelación para obtener una calidad seminal aceptable tras la descongelación (nuevos procedimientos de congelación, diluyentes, aditivos, envases, etc.) y a una mejora en la sincronización entre el momento de la inseminación y el de la ovulación. Otro factor muy importante es la evaluación de la calidad del semen descongelado mediante diferentes métodos de análisis in vitro (Woelders, 1990). De todas las técnicas utilizadas, las que mejor predicen la capacidad fecundante son aquellas que estudian la interacción entre los gametos (Larsson y Rodriguez-Martínez, 2000).

En la especie porcina se han utilizado diversos sistemas de fecundación in vitro que permiten predecir la capacidad fecundante del semen refrigerado con una elevada precisión (Ivanova y Mollova, 1993; Xu et al., 1998; Gadea et al., 1998a; Gadea y Matás, 2000). Sin embargo, se dispone de escasa información acerca del semen congelado (Wang et al., 1991; Gadea et al., 1998b; Eriksson, 2000).

El objetivo de este trabajo es evaluar la capacidad de penetración in vitro y la de fecundación in vivo que presenta el semen congelado de la especie porcina y la relación que existe entre ambas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los eyaculados obtenidos de tres verracos de fertilidad probada fueron congelados mediante el método descrito por Westendorf et al. (1975), basado en la utilización de un medio con lactosa y yema de huevo. El semen fue envasado en pajuelas de 0.5 ml con una concentración final de 1 x 10^9 espermatozoides/ml, 3% de glicerol y 0.5% de Orvus et Paste. El proceso de descongelación se realizó mediante inmersión en un baño a 50ºC durante 12 segundos y posterior dilución en BTS a 37ºC. La evaluación de la calidad seminal se realizó midiendo los parámetros de motilidad, motilidad progresiva (0-5), estado del acrosoma (NAR), y la integridad de membrana mediante la tinción con eosina-nigrosina (EN) y los fluorocromos diacetato de carboxifluoresceína y ioduro de propidio (DCF).

Fecundación in vitro (FIV)

Los ovocitos fueron obtenidos a partir de ovarios de cerdas prepúberes sacrificadas en el matadero y fueron sometidos a un proceso de maduración in vitro (MIV) durante 44 horas en medio Waymouth MB 725/1 suplementado (Yoshida et al., 1992; Coy et al., 1999). Tras la MIV, se coincubaron los espermatozoides descongelados (5 x 10^6 espermatozoides/ml) con 20 ovocitos por placa de 2 ml de medio TCM199 (Coy et al., 1999). Tras 18 h de cultivo, los ovocitos se fijaron y tiñeron con lacmoid para determinar la tasa de penetración (%PEN), número medio de espermatozoides por ovocito (E/O), tasa de monospermia (% MON) y tasa de formación del pronúcleo masculino (% PNM).

Inseminación artificial

Con el mismo semen congelado que se utilizó en la fecundación in vitro, se inseminaron un total de 24 cerdas multíparas con doble inseminación a las 12 y 24 horas tras la detección del celo. Las dosis seminales se prepararon con semen descongelado en BTS con 5 x 10^9 espermatozoides en un volumen de 80 ml. La fertilidad y el tamaño de camada (número de lechones totales, LNT) fue calculado para cada eyaculado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al estudiar las diferencias entre la capacidad de congelación de los diferentes machos, encontramos que el semen congelado de los machos A y B resultó tener un mayor número de células con membrana estructural y funcionalmente íntegras (EN y DCF) y también tener una mayor capacidad de penetración in vitro que el macho C (Tablas 1 y 2). Estos resultados confirman por una parte las diferencias en la capacidad de congelación que presentan los diferentes verracos (Medrano y Holt, 1998; Gadea et al, 1998c) y por otra parte ponen de manifiesto la mayor capacidad discriminante que presenta la fecundación in vitro frente a los parámetros que habitualmente se utilizan para medir la calidad seminal (motilidad y acrosomas) (Gadea et al., 1998a).

Tabla 1. Parámetros seminales del semen congelado (media ±SEM) procedentes de 9 eyaculados (Macho A= 2, B= 4 y C= 3)

Macho	Motilidad	Motilidad Progresiva	EN	NAR	DCF
A	62.00±2.00	3.95±0.05	72.50±2.88[a]	42.50±3.49	69.75±3.17[a]
B	64.20±1.72	3.88±0.05	67.63±1.21[a]	39.21±1.56	55.14±4.35[a]
C	61.56±2.45	3.78±0.09	58.33±2.17[b]	39.50±2.14	49.83±4.82[b]

Fuentes de variación	Motilidad	Motilidad Progresiva	EN	NAR	DCF
Macho	0.593	0.315	<0.001	0.591	0.036

[a,b] Diferentes superíndices en la columna indican valores significativamente diferentes ($p<0.05$)

Los resultados obtenidos en fecundación in vitro son consistentes con los obtenidos en la fertilidad in vivo. Se detectó una marcada tendencia ($p=0.066$) para el efecto del macho sobre la fertilidad obtenida, probablemente debido a las limitaciones del ensayo de campo (Tabla 2), así como se detectaron correlaciones significativas entre la fertilidad y la tasa de penetración, monospermia y formación de pronúcleo (Tabla 3). De igual modo en un trabajo previo con un mayor número de cerdas inseminadas se encontró una relación significativa entre la capacidad de penetración in vitro y la fertilidad in vivo al utilizar semen refrigerado (Gadea et al., 1998a). Sin embargo, en este caso no se encontró relación entre los resultados de la FIV con el tamaño de camada (Tablas 2 y 3).

Los resultados totales de fertilidad obtenidos en la prueba de campo (total 70.83 %, 17/24) serían lo suficientemente eficientes como para su aplicación comercial, en especial para los machos A y B (80 y 84.62 % respectivamente), y son comparables a los obtenidos por otros autores en los últimos años (Almlid y Hofmo, 1996; Bertani et al., 1997; Erikson, 2000). De manera que el semen congelado podría ser un complemento a la inseminación artificial con semen refrigerado, permitiendo el transporte de material a larga distancia, así como su utilización para crear bancos de germoplasma de razas en peligro de extinción o de animales genéticamente valiosos.

En conclusión, la congelación del semen porcino está alcanzando niveles que permiten su uso con fines específicos y los sistemas FIV pueden ser una buena herramienta para evaluar la calidad del semen porcino congelado como medida previa a su uso comercial, para verificar la calidad de los bancos de semen y para testar nuevos métodos de congelación.

Tabla 2. Resultados del sistema FIV y fertilidad in vivo con el uso de semen congelado (media ± SEM).

Macho	N. de ovocitos	% PEN	E/O*	% MON*	%PNM*	% Fertilidad	LNT
A	148	72.30±3.69[a]	3.04±0.33[a]	42.99±4.81[a]	86.92±3.28	80(4/5)	11.5±1.19
B	329	67.17±2.59[a]	2.22±0.11[b]	40.72±3.31[a]	87.33±2.24	84.62(11/13)	9.18±1.54
C	212	44.34±3.42[b]	1.66±0.13[b]	61.70±5.04[b]	82.98±3.90	33.33(2/6)	6 ± 0

Fuentes de variación	% PEN	S/O*	% MON*	%MPN*	Fertilidad	LNT
Macho	<0.001	<0.001	0.002	0.577	0.066	0.380

* Basado en ovocitos penetrados

[a,b] Diferentes superíndices en la columna indican valores significativamente diferentes ($p<0.05$)

Tabla 3. Regresión lineal entre los parámetros de FIV, la fertilidad y el tamaño de camada.

	Fertilidad		Tamaño de la camada	
	Coeficiente de correlación (r)	Significación (p)	Coeficiente de correlación (r)	Significación (p)
% PEN	0.801	0.009	0.529	0.143
E/O	0.553	0.122	0.178	0.647
%MON	-0.680	0.044	-0.132	0.736
%PNM	0.689	0.040	0.192	0.621

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almlid y Hofmo (1996) Reprod. Dom. Anim. 31, 169-173.
- Bertani et al. (1997) Theriogenology 48, 933-45.
- Coy et al. (1999) Theriogenology 51, 799-812.
- Eriksson (2000) Tesis Doctoral. Universidad de Uppsala. Suecia.
- Gadea et al. (1998a) Anim. Reprod. Sci. 54, 95-108.
- Gadea et al. (1998b) Arch. Zootec. 47, 299-304.
- Gadea et al. (1998c) I Simposio Int. Biotec. Aplic. Reprod. Anim. Argentina. pp 128-133.
- Gadea y Matás (2000) Theriogenology 54, 1343-1357.
- Holt (2000) Anim. Reprod. Sci. 62, 3-22.
- Ivanova y Mollova (1993) Theriogenology 40, 397-410.
- Larsson y Rodríguez-Martínez (2000) Anim. Reprod. Sci. 60-61, 327-336.
- Medrano y Holt (1998) Arch. Zootec. 47, 319-327.
- Wang et al. (1991) J. Reprod. Fertil. 93, 491-496.
- Westendorf et al. (1975) Dtsch. Tierärtzl. Wschr. 82, 261-267.
- Woelders (1990) 2[d] Intl. Conf. Deep Freezing Boar Semen. Beltsville, MD, pp. 145-164.
- Xu et al. (1998) J. Anim. Sci. 76, 3079-3089.
- Yoshida et al. (1992) Mol. Reprod. Dev. 31, 68-71.

Este trabajo ha sido financiado por INFO-Programa Séneca, Fondos FEDER (1FD97-0501) y PROFIT (FIT-010000-2000-76).

OBTENCIÓN DE DESCENDENCIA VIVA TRAS LA FECUNDACIÓN IN VITRO DE OVOCITOS PORCINOS CON ESPERMATOZOIDES CRIOCONSERVADOS

P. Coy, J. Gadea, S. Ruiz, R. Romar, E. Sellés, C. Matás, B. Sieg[2] y D. Rath[2].
Biología Animal (Fisiología Animal). Facultad de Veterinaria.
Universidad de Murcia. España. E- mail:pcoy@um.es
[2]Institute of Animal Science and Animal Behaviour. Mariensee (Alemania)

INTRODUCCIÓN

Una de las aplicaciones de la crioconservación espermática consiste en la posibilidad de utilizar los espermatozoides de animales de alto valor genético incluso después de la muerte de los mismos. Esto puede resultar de gran utilidad en el futuro para la recuperación de razas en peligro de extinción (Bwanga, 1991). Por otra parte, en los laboratorios de Fecundación in vitro (FIV) es cada vez mayor la necesidad de contar con muestras de semen congelado procedente de un mismo eyaculado para la estandarización de los resultados de las diferentes experiencias (Rath y Niemann, 1997). El objetivo del ensayo que describimos consistió en comprobar la utilidad de la crioconservación espermática en la especie porcina en los dos aspectos mencionados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención y análisis del semen.

En un estudio previo realizado sobre 18 verracos utilizados en un centro de Inseminación Artificial se seleccionó uno de los animales para su uso rutinario en pruebas de FIV debido al alto porcentaje de fecundaciones monospérmicas que se consiguieron con sus espermatozoides tras la congelación/descongelación. Dicho verraco fue sacrificado más tarde por una enfermedad y se decidió intentar obtener descendencia viva a partir sus muestras de semen crioconservadas.

Los espermatozoides fueron congelados según la técnica descrita por Westendorf et al. (1975). El semen fue envasado en pajuelas de 0'5 ml con una concentración final de 1 x 10^9 espermatozoides/ml, 3% de glicerol y 0'5% de Orvus et Paste. Tras la descongelación durante 12 segundos en un baño a 50°C y posterior dilución en BTS a 37°C se procedió a valorar antes y después de la FIV la motilidad (MOT), motilidad progresiva (MOT prog), estado del acrosoma (NAR) y la integridad de la membrana mediante la tinción con eosina-nigrosina (EN) y los fluorocromos diacetato de carboxifluoresceína y ioduro de propidio (DCF).

Maduración in vitro (MIV) de los ovocitos

Los ovocitos fueron obtenidos tras la recogida en el matadero de ovarios de hembras prepúberes sacrificadas y la sección con hoja de bisturí de los folículos ováricos de 3-6 mm de diámetro. Tras la selección bajo el estereomicroscopio de los ovocitos que presentaban un aspecto homogéneo en su citoplasma y estaban completamente rodeados por varias capas de células del cúmulus, 300 ovocitos fueron madurados in vitro. Para ello se introdujeron en un incubador con un 5% de CO_2 a 39°C en pocillos con 50 ovocitos conteniendo 500 µl de medio NCSU-37 y suplementos hormonales durante 22 horas, y seguidamente se cultivaron durante otras 22 horas adicionales en el mismo medio sin suplementos hormonales (Funahashi et al., 1997).

Fecundación in vitro y cultivo de embriones

La FIV se realizó en placas conteniendo 2 ml de TCM-199 con 25 ovocitos cada una a las que se añadieron 1 x 10^6 espermatozoides/ml procesados según se describió anteriormente (Coy et al., 1999).

22 horas después de la FIV los posibles cigotos se trasladaron a medio NCSU-37 suplementado con 0'4 gr/100 ml de BSA, fijando 10 de éstos para obtener un control de FIV. El resto permanecieron en cultivo hasta un total de 48 horas y posteriormente se seleccionaron 50 de ellos para ser transferidos. Los criterios de selección utilizados fueron estrictamente morfológicos, basados en el grado de segmentación recogiéndose sólo aquellos embriones en estadio de 2-4 células con blastómeros no fragmentados y de tamaño homogéneo. Una parte de los embriones no transferidos pero con buen aspecto morfológico fueron mantenidos en el cultivo in vitro hasta el día 7 y los que alcanzaron el estadio de blastocisto fueron fijados y teñidos con Hoechst para su evaluación.

Transferencia de embriones

Una cerda de primer parto que había manifestado síntomas de celo 3 días antes de la transferencia y en la que se habían detectado folículos en crecimiento mediante ultrasonografía fue utilizada como receptora de los 50 embriones seleccionados. El oviducto del lado derecho fue expuesto mediante laparotomía medial y los embriones se introdujeron a través del infundíbulo mediante un catéter estéril de vidrio.

21 días después de la transferencia se realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía para verificar la presencia de vesículas embrionarias. La ecografía se repitió a los 26, 32 y a los 46 días con el fin de confirmar la continuidad de la gestación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis realizados sobre las muestras de semen descongeladas antes y después del tratamiento previo a la FIV se muestran en la Tabla 1. Como era de esperar, tras el lavado de los espermatozoides por centrifugación y resuspensión de los mismos en medio TCM-199, todos los parámetros estudiados muestran un deterioro de la calidad seminal, consecuencia de la desestabilización de las membranas que sufren algunos espermatozoides debida al tratamiento.

Tabla 1. Parámetros de calidad seminal del verraco seleccionado antes de la congelación (Fresco), inmediatamente después de la descongelación (Descong) o después de ser sometidas las muestras al tratamiento previo a la FIV (FIV).

Muestra	MOT(%)	MOT prog (0-5)	EN (%)	NAR (%)	DCF (%)
Fresco	75	3	88	98	89
Descong	60	3'5	64	62	51
FIV	40	3	54	40	40

En relación con los resultados de FIV, en la Tabla 2 se muestran los obtenidos en los cuatro ensayos previos con muestras de semen congelado/descongelado del macho utilizado en este estudio y en el grupo control de FIV empleado para la transferencia. Uno de los 10 ovocitos del grupo control FIV resultó ser inmaduro y por ello el número de ovocitos valorados se redujo a 9. Los datos de formación de pronúcleo masculino en los cinco ensayos nos indican que el método de maduración y el macho seleccionado son adecuados, ya que ambos factores influyen

sobre la capacidad del ovocito para transformar la cabeza espermática en pronúcleo (Coy et al., 1999).

Tabla 2. Resultados de FIV con el macho seleccionado en tres ensayos previos y en el ensayo de transferencia embrionaria.

Ensayo	Nº ovocitos	% PEN	E/O	% MON	Rendimiento	%PNM
Previo 1	38	78'95±6'70[a]	1'60±0'19	66'67±8'75	52'63±8'21	100
Previo 2	41	41'46±7'79[b]	1'35±0'19	82'35±9'53	31'71±7'36	94'12±5'88
Previo 3	19	47'37±11'77[ab]	1'22±0'15	77'78±0'15	36'84±11'37	100
Previo 4	35	57'14±8'49[ab]	1'30±0'10	70'00±10'51	40'00±8'40	95'00±5'00
Transferencia	9	33'33±16'67[ab]	1	100	33'33±16'67	100
Totales	142	55'63±4'18	1'41±0'09	73'42±5'00	40'14±4'13	97'47±1'78
Anova	P	0'006	0'508	0'627	0'422	0'686

Por otra parte, a pesar de existen diferencias en los porcentajes de penetración espermática entre ensayos, el rendimiento final del sistema de FIV (ovocitos monospérmicos con dos pronúcleos), es decir el porcentaje de posibles cigotos viables, es semejante en todos los casos. Esto corrobora la idea apuntada por otros autores en cuanto a la estandarización de los resultados de la FIV mediante el uso de semen congelado (Wang et al., 1991; Abeydeera y Day, 1997; Day, 2000).

Tras la transferencia de los embriones, los sucesivos diagnósticos de gestación realizados en la cerda receptora mediante ultrasonografía confirmaron el resultado positivo del ensayo. Una vez producido el nacimiento de los lechones vivos estaremos en condiciones de verificar, con un mayor número de experiencias, la utilidad de la congelación de semen y de la FIV para la conservación de razas en peligro de extinción o, lo que es lo mismo, para la obtención de descendencia a partir de gametos de animales muertos.

Finalmente, los resultados tras la tinción de tres blastocistos, obtenidos a los 7 días de la FIV mediante el cultivo in vitro en medio NCSU-37, mostraron que el número de células por blastocisto se sitúa en valores semejantes a los obtenidos por otros autores (Prather et al., 1995) siendo de 36, 23 y 30 respectivamente, lo que nos demuestra que el sistema de producción de embriones utilizado en nuestro laboratorio es viable. A pesar de ello, es necesario continuar avanzando en la investigación en este campo para aumentar el rendimiento del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abeydeera LR y Day BN. Biol Reprod 57:729-734 (1997).
Bwanga CO. Acta Vet Scand 32:431-453 (1991).
Coy P, Ruiz S, Romar R, Campos I y Gadea J. Theriogenology 51:799-812 (1999).
Day BN. Anim Reprod Sci 60-61:161-172 (2000).
Funahashi H, Cantley TC y Day BN. Biol Reprod 57:49-53 (1997).
Prather RS, Boice ML, Gibson J, Hoffman KE y Parry TW. Theriogenology 43:1001-1007 (1995).
Rath D y Niemann H. Theriogenology 547:785-793 (1997).
Wang WH, Abeydeera LR, Fraser LR y Niwa K. J Reprod Fert 104:305-313 (1991).
Westendorf P, Ritcher L y Treu H. Dtsch Tierarztl Wochenschr 82:261-300 (1975).

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos HA99- 0115, DAAD 314/Al-e-dr/ia y 1FD97-0501.

ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE LA MIGRACIÓN DE GRÁNULOS CORTICALES EN OOCITOS DE CONEJAS SOMETIDAS A DISTINTOS MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELO

Rebollar P.G[1].; Lorenzo P.L.[2]; Carneiro G.F[3]. y Liu I.K.M.[3]

[1]Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. UPM. [2]Dpto de Fisiología Animal. Fac. Veterinaria. UCM. Cdad. Universitaria s/n. 28040 Madrid, España. [3]Dep. of Population Health and Reproduction. School of Veterinary Medicine University of California, Davis, CA95616 USA.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de ritmos de inseminación artificial de 42 días (31 días de gestación y 11 de lactación) en la coneja implica una mayor incidencia de casos de baja receptividad sexual debido a la influencia negativa de la lactación. Para paliar dicho inconveniente se han aplicado variados métodos de sincronización de celo hormonales, pero progresivamente se ha ido extendiendo la posibilidad de evitarlos aplicando otros de manejo, tanto por el bienestar del animal como por la salud del consumidor. En parte, el éxito de los tratamientos hormonales se basaría en una mejora importante de la maduración intrafollicular de los oocitos, previa –e imprescindible- a la ovulación. En los oocitos de mamífero, la migración de los gránulos corticales es un paso muy importante en la maduración citoplasmática de los mismos, y ha sido utilizada ampliamente como un criterio significativo para aseverar una correcta maduración y como muestra de la capacidad fecundante del propio oocito (Cran y Esper, 1990). Además, una migración adecuada permite la exocitosis de los gránulos corticales, después de la interacción oocito-espermatozoide, lo que impide la polispermia (Ducibella, 1998).

En cuanto a los métodos de manejo empleados para sincronizar el celo, se ha comprobado que una separación transitoria (48 horas) de la coneja, impidiendo la entrada al nido y el amamantamiento de la camada, desciende significativamente su prolactinemia, de forma que cuando son inseminadas tras esta separación y tratadas con gonadorelina presentan tasas plamáticas de estradiol-17β y picos preovulatorios de LH significativamente mayores que conejas controles (Ubilla et al., 2000). Dado que los tratamientos de manejo y los hormonales han permitido mejorar significativamente la fertilidad en estudios realizados a gran escala (Alvariño et al., 1998; Theau-Clèment et al., 1999), y han determinado un número superior de folículos ováricos mayores de 1mm (Rebollar et al., 2000) que en conejas sin ningún tipo de tratamiento, hemos querido determinar si existirían también diferencias en cuanto a la distribución de los gránulos corticales que, en condiciones normales, migran durante la maduración intrafolicular del oocito (Cran y Esper, 1990). De este modo podríamos hacer una aproximación de cómo afectan estos dos métodos de sincronización de celo en los mecanismos fisiológicos de desarrollo folicular y preparación del oocito para ser ovulado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado los oocitos procedentes de los ovarios de 6 conejas lactantes (con más de 8 gazapos), que en el día 9 post-parto recibieron los siguientes tratamientos:

- *PMSG:* 25 UI de PMSG, i.m., (Serigán, Lab. Ovejero)
- *BIOS:* se cerró el nido a las 10 de la mañana impidiendo que amamantaran a sus camadas hasta 48 horas más tarde.
- *Control:* no recibieron ningún tratamiento.

Pasadas 48 horas (en el día 11 post-parto) se permitió el acceso al nido de las conejas del grupo BIO. Para estudiar la distribución de los gránulos corticales, se sacrificó (2,5 ml de Euthalender, i.v.) a una coneja de cada tratamiento a las 10 de la mañana del día 11 post-parto (-GON) y a otra, 8 horas después de haber sido tratadas con 20 µg de gonadorelina (+GON) (Inducel-GnRH, Lab. Ovejero). Para obtener los oocitos de coneja (Lorenzo et al., 1996), se seleccionaron los folículos ováricos (> 1mm de diámetro), utilizando una lupa estereoscópica, recogiéndose los oocitos resultantes en placas Petri; finalmente, fueron lavados en PBS a 37°C antes de su procesamiento para microscopía confocal.

Una vez obtenidos, los oocitos se denudaron del cúmulo celular utilizando 0.1% de pronasa en HbT. Posteriormente se fijaron en paraformaldehido al 2% en PBS durante 6h a 4°C y se lavaron con PBS dos veces. Después, se trataron con 0,1% de Triton X-100 en PBS durante 5 minutos y se incubaron con 100 µg/ml con un conjugado de FITC (fluoresceína isotiocianato) y lectina (LCA: aglutinina de *Lens culinaris*) en PBS durante 15 minutos (Carneiro et al, 2000). Tras ello, los oocitos se tiñeron con propidio iodado (Molecular Probes) para valorar la maduración nuclear. Finalmente, los oocitos se montaron en un portaobjetos, se cubrieron por un cubre sujetado con silicona utilizando procedimientos descritos anteriormente (Lorenzo et al, 1994) y se guardaron en oscuridad a 4°C hasta su visualización. Los controles para el marcaje consistieron en la fijación de los oocitos sin Triton X-100 ni LCA. Los oocitos se visualizaron con un sistema de imagen confocal (MRC-500) unido a un láser de argón (Bio-Rad Microscience). Las imágenes confocales fueron obtenidas mediante un objetivo Olympus a 60x, utilizando un algoritmo de integración de tipo Kalman. Se analizaron un total de 48 oocitos, divididos en 8 oocitos por tratamiento (n = 24 por grupo experimental).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio no se encontraron diferencias apreciables en la distribución de los gránulos corticales entre los tres tratamientos (control, BIO y PMSG) en el primer grupo, es decir antes de inducir la ovulación con gonadorelina (-GON). Sin embargo, 8 horas más tarde de dicha inducción (+GON), los oocitos de los tratamientos BIO y PMSG, presentaron una marcada migración centrífuga de los gránulos corticales, agrupándose bajo la membrana

plasmática del oocito. Por el contrario, en los oocitos control se localizó un número alto de gránulos corticales en posiciones internas. Esto significó que la maduración citoplásmica de los oocitos del grupo control, que no la nuclear puesto que sus estadios meióticos correspondieron a los de metafase II, se encontró claramente retrasada respecto de los otros dos grupos (BIOS y PMSG). La significación fisiológica de este dato concuerda con una mejor tasa de maduración citoplasmática en estos grupos de oocitos 8 horas después de recibir una dosis de 20 µg de gonadorelina, corroborando los resultados obtenidos de la inspección morfológica de los ovarios (número y tamaño de folículos) (Rebollar et al. 2000) y los obtenidos tras la inseminación (porcentajes de fertilidad) (Alvariño et al. 1998), que son superiores en los dos grupos BIOS y PMSG, respecto del grupo control.

Aunque se han demostrado los cambios morfológicos sufridos por los gránulos corticales durante la maduración de los oocitos, la mayoría de estos estudios han sido realizados mediante microscopía electrónica de transmisión (revisados por Ducibella, 1998). Otros trabajos, realizados en hamster han descrito la visualización y características de los gránulos corticales utilizando lectinas fluorescentes (Cherr et al., 1998). Este método, que es el utilizado en el presente estudio, permite una rápida visualización y examen de la distribución de los gránulos corticales en oocitos completos durante su maduración, e indican que las lectinas fluorescentes pueden ser empleadas para detectar las características de la migración de los gránulos corticales en oocitos de coneja mediante técnicas de microscopía confocal. Nuestras observaciones señalan también que la maduración citoplasmática de los oocitos de conejas sometidas a tratamientos de sincronización de celo presenta una pauta en la morfología de la migración de los gránulos corticales similar a la correspondiente con el periodo inmediatamente anterior a la fecundación. Estos datos preliminares podrían explicar inicialmente el hecho de que los tratamientos de sincronización de celo utilizados en conejas lactantes (separación transitoria de la camada y PMSG) y aplicados a gran escala permitan conseguir mejores resultados de fertilidad si se comparan con conejas controles.

Los autores agradecen a Consuelo Sansegundo y a Franck Ventimiglia (ICL, Davis-USA) su inestimable ayuda en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Alvariño J.M.R., del Arco J.A.; Bueno A. (1998). *World Rabbit Science,* **6** (1), 191-194.
Carneiro G.F., Lorenzo P.L., Ball B.A. Liu I.K.M. (2000*). Int. Con. Mol. Biol.* **2** ,123.
Cherr G.N., Drobniz E.Z., Katz, D.F. (1988). *J. Exp Zool,* **246**, 81-93.
Cran D.G, Esper, C.R. (1990). *J. Reprod. Fertil* (supp. 42), 177-188.
Ducibella T. (1998). *Theriogenology,* **49**, 53-65.
Lorenzo P.L., Illera M.J., Illera J.C. and Illera M. (1994) *J. Reprod. Fert.* **101**, 697-701.
Lorenzo P.L., Rebollar P.G., Illera,M.J., Illera J.C., Illera M. and Alvariño J.M.R. (1996) *J. Reprod. Fert.* **107**, 109-117.
Rebollar P.G.; Ubilla E.; Lorenzo P.L.; Sánchez-Dávila M.; Sánchez J.; Tucker L.; Alvariño J.M.R. (2000). 7th World Rabbit Congress,Valencia, Spain. Vol. A, (239-244).
Theau-Clèment M. and Mercier P. (1999). *World Rabbit Science,* **6** (1), 179-184.
Ubilla E.; Rebollar P.G.; Pazo D.; Esquifino A.I. and Alvariño J.M.R. (2000). *J. Reproduction and Fertility,* **118**, 361-366.

DETERMINACIÓN DE ESTRÓGENOS TOTALES EN HECES DE OVEJAS GESTANTES MEDIANTE UN KIT COMERCIAL DE RADIOINMUNOANÁLISIS

Alabart J.L., Fernández-Arias A., Sánchez P., Folch J.

Servicio de Investigación Agroalimentaria. Apdo. 727, 50080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La determinación de estrógenos en plasma o leche se ha utilizado como diagnóstico de gestación y como indicador del bienestar fetal en diversas especies animales (1). El análisis de estrógenos en heces es especialmente útil cuando se aplica a animales salvajes, en los que es difícil realizar las tomas de sangre y además se estresan fácilmente.

El objetivo del presente trabajo es poner a punto el análisis de estrógenos totales en heces durante la gestación de las ovejas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron una total de 15 ovejas F1 (Romanov x Rasa) que fueron diagnosticadas como gestantes por progesterona plasmática (kit PROG-CTRIA, CIS España S.A.) en el día 17 tras la cubrición (>0.5 ng/ml). Las ovejas estuvieron encerradas en jaulas individuales durante la mayor parte de la gestación con el fin de facilitar la recogida de heces, que se realizó por las mañanas cada semana desde el día 21 de gestación hasta una semana después del parto (20 muestras/animal). Las heces se guardaron congeladas a –20 °C en bolsas de plástico hasta su análisis.

La extracción de los estrógenos se realizó mediante el método descrito a continuación (2). Se pesaron 0.5 g de heces húmedas en tubos de vidrio y se añadieron 1.5 ml de KOH 1 M y 0.5 ml de cloroformo:hexano 3:2 (v:v). Las muestras se disgregaron mediante una varilla de vidrio cuando fue preciso. Los tubos se agitaron mediante un agitador multi-vórtex durante 30 minutos, al cabo de los cuales se procedió a su centrifugación durante 15 minutos a 1500 g. Se tomaron 500 µl de la capa superior (capa alcalina acuosa) y se depositaron en otro tubo desde el que se diluyeron convenientemente antes de la realización del radioinmunoanálisis (RIA) mediante un kit comercial (Immuchem™ DA Total Estrogens kit; ICN, Biolink 2000, España). Los calibradores son de 5, 10, 20, 50, 100 y 200 pg/ml, que equivalen a 0.015, 0.03, 0.06, 0.15, 0.3 y 0.6 ng/g de heces en un extracto sin diluir. Como las cantidades presentes en heces son mucho mayores, es preciso diluir el extracto. En un primer análisis se utilizaron 3 ovejas para determinar la dilución óptima. Se ensayaron las diluciones 1/100, 1/500 y 1/1000 en agua destilada, que equivaldrían a 1.5-60, 7.5-300 y 15-600 ng/g, concluyendo que la dilución óptima sería una intermedia, de 1/250, equivalente a 3.75-150 ng/g de heces que cubriría la mayor parte de los valores hallados en esas 3 ovejas a lo largo de la gestación. En un segundo análisis se determinaron los perfiles de las 12 ovejas restantes previa dilución del extracto 1/250, como se explica a continuación.

En un tubo de vidrio se añadieron 500 µl de los calibradores o de muestras (extractos diluidos 1/250), 100 µl del primer anticuerpo y 100 µl de estradiol marcado con yodo-125, se agitaron y se incubaron 90 minutos a temperatura ambiente. Se añadieron 100 µl del segundo anticuerpo y se incubaron durante 60 minutos también a temperatura ambiente, pasados los cuales se centrifugaron 15 minutos a 1500 g. Se decantó el sobrenadante y la radiactividad del precipitado se midió en un contador gamma. Los coeficientes de variación intra e Inter-análisis especificados por el fabricante son 5.7 y 17.4%. La reactividad cruzada del anticuerpo con la estrona y el 17β-estradiol son del 100%, con el estriol del 9% y con el 17α-estradiol del 7%. La reactividad cruzada con los andrógenos, progestágenos y corticoides más conocidos es menor del 0.01%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 60 muestras analizadas de 3 ovejas, sólo el 22% estuvieron dentro del rango de medida del kit cuando se diluyeron 1/1000. Estos porcentajes fueron 62% para la dilución 1/500 y 87% para la 1/100 (Fig. 1). En las muestras de las otras 12 ovejas analizadas previa dilución 1/250, el 80% se situaron dentro del rango de medida.

En 13 de las 15 ovejas se detectó el conocido pico de las proximidades del parto, de unos 170 ± 37 ng/g (rango de 54 a 418). Esta medida es aproximada, ya que algunas de esas muestras se hallan fuera del rango de medida del kit (>150 ng/g).

El diagnóstico de gestación podría realizarse a partir de los días 110 - 120 de gestación, considerando unos valores umbral de 8 y 10 ng/g, respectivamente (Fig. 2). Ninguna oveja gestante sobrepasó el nivel de 10 ng/g antes del día 55 de gestación.

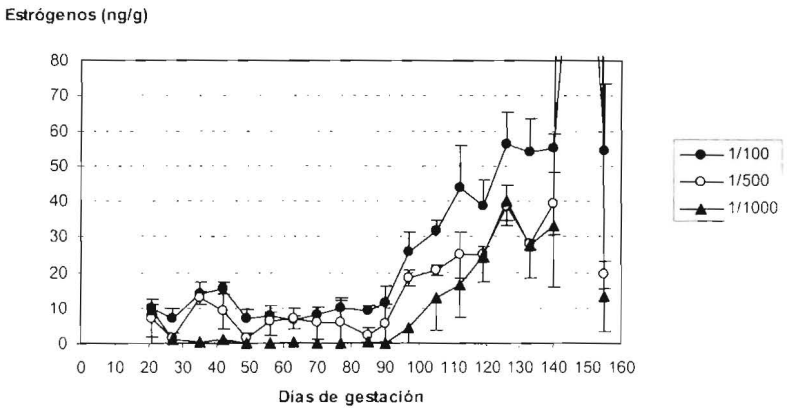


Figura 1. Valores de estrógenos totales en heces obtenidos a partir de 3 diluciones diferentes del extracto (medias de 3 ovejas ± error estándar).

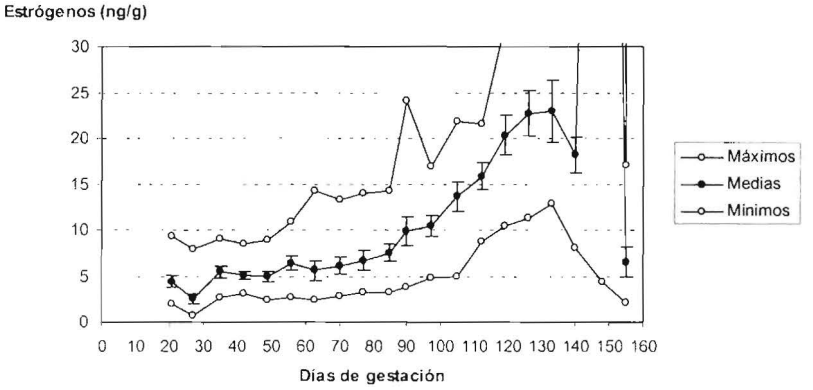


Figura 2. Perfil de estrógenos totales en heces obtenidos a partir de una dilución del extracto 1/250 (medias de 12 ovejas ± error estándar).

La utilidad de este método como diagnóstico de gestación en ovejas es bastante limitada en comparación con la ecografía abdominal o rectal, o la progesterona o PAG (Pregnancy-Associated Glycoprotein) plasmáticas, debido a que sólo puede hacerse en el último tercio de la gestación. Sin embargo, hay que tener también en cuenta que es más barato y cómodo obtener una muestra de heces que una de sangre, ya que no se necesitan tubos con vacío. Además, no hay que separar el plasma o suero, sino que basta con almacenar la muestra congelada. Esta técnica sería más útil para vigilar de una forma no invasiva el bienestar fetal a lo largo de la gestación de receptoras de embriones de alto valor, como p.ej., embriones selectos, o procedentes de FIV, transgénicos. clonados, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Heap R.B. Method for monitoring pregnancy in milk-producing domestic animals. *UK-Patent-Application*. 1980, 2 040 043 A.
2. Möstl E., Meyer H.H.D., Bamberg E., Hegel G. Oestrogen determination in faeces of mares by enzyme immonoassay on microtitre plates. *Proc. Of the Symp. On the Analysis of Steroids*. Sopron, Hungary, 1987.

Financiado por INIA (proyectos SC97-020-C2-2 y SC00-051-C3-2) Agradecimientos: A Elías Echegoyen por el manejo de los animales.

LAS PROTEINAS ASOCIADAS A LA GESTACION EN RUMIANTES

Juana María Garbayo
Servicio de Investigación Agroalimentaria, Zaragoza
e-mail:jmgarbayo@ aragob.es

1- Introducción

Las proteínas segregadas por la placenta, cuando son detectables en la circulación materna, pueden ser indicadores muy útiles de gestación y de bienestar fetal. Por ejemplo, en humanos la gestación se puede detectar por la presencia de una hormona placentaria, una gonadotropina coriónica (hCG), primero en sangre y poco después en orina. Desgraciadamente, la presencia de una CG durante la gestación es una característica única de primates y équidos y, en consecuencia, un test de gestación, simple y seguro, basado en CG no está disponible para otros mamíferos, incluyendo las, tan importantes económicamente, especies domésticas.

En 1982 Butler y col. describieron una proteína específica de la gestación, PSP-B, en vacuno. El método de aislamiento que utilizaron consistió en generar anticuerpos contra homogeneizados de placentas. El antisuero se clarificó de inmunoglobulinas no específicas de la gestación mediante absorción con tejidos y sangre procedente de animales no gestantes y este antisuero sirvió para monitorizar la purificación parcial de la PSP-B.

Un procedimiento similar emplearon Zoli y col. en 1991 para la purificación, también en vacuno, de una glicoproteína asociada a la gestación (Pregnancy-Associated Glycoprotein), PAG, ahora denominada PAG1. PAG1 es una glicoproteína de unos 67.000 Da. Efectivamente, ambas proteínas, PSP-B y PAG, se podían detectar en sangre y se pueden utilizar como diagnóstico de gestación (Beckers, 1999).

Estudios moleculares demostraron que ambas proteínas eran similares y similares a otra proteína, PSP-60, descrita en 1993 por Mialon y col.

2- Objetivo

El objetivo del presente trabajo es revisar los últimos conocimientos sobre estas proteínas de rumiantes, en el caso de cabras provenientes de trabajos realizados por la propia autora.

3- Estructura molecular

El cDNA (ADN complementario) de la PAG bovina y ovina se aisló mediante cribado inmunológico de librerías de expresión de tejido placentario de vaca y oveja con el antisuero generado por Zoli y col en 1991 (Xie y col. 1991). El cDNA constaba de unas 1.7 kilobases y codificaba polipéptidos de 380 y 382 aa en vaca y oveja, respectivamente. Ambos cDNAs poseían una posible secuencia señal (indicativo de que son proteínas extracelulares) de 15aa. Por comparación entre la secuencia de aa deducida del cDNA y la secuencia amino-terminal de la proteína se comprobó que la boPAG1 era procesada mediante la eliminación de un propéptido de 38aa. No obstante, lo más sorprendente fue la observación de que la PAG pertenecía a la familia de las proteasas aspárticas, a la que pertenece, por ejemplo, la enzima digestiva pepsina. Esta familia se caracteriza por por la presencia en el centro activo de dos ácidos aspárticos, esenciales para

la catálisis. Sorprendentemente, la ovPAG1 y la boPAG1 poseen mutaciones en su centro activo que indicarían que no son enzimáticamente activas. No obstante, se ha demostrado que sí son capaces de unir péptidos (Green y col. 1998).

4- Localización

El tipo de placentación de rumiantes ungulados, como vacas, ovejas y cabras, es superficial, relativamente no invasivo y se denomina sinepiteliocorial. Este tipo de placenta se caracteriza por la presencia, en el epitelio coriónico, de células binucleadas (hasta un 20% en la placenta madura). Estas células migran del trofectodermo y se fusionan con las células del epitelio uterino para formar un sincitio y liberan a la circulación materna el contenido de sus gránulos de secreción. Pues bién, tanto el ARNm como la proteína han sido localizadas en las células binucleadas del trofoblasto, en los gránulos de secreción, colocalizadas con la hormona lactógeno placentario (Green y col.,1998). Este hecho explicaría su presencia en circulación materna.

5- Una familia en continuo crecimiento

A pesar de que en un principio se pensó que la PAG era un producto único, hoy está claro que, en rumiantes, hay posiblemente más de 100 genes (Xie y col., 1995) y que la mayoría de ellos se expresan. En este sentido, se han clonado un total de 21 cDNAs bovinos, 9 ovinos (Green y col., 2000) y 11 caprinos (Garbayo y col., 2000). No sólo se han identificado los ARNm sino que varias proteínas han sido purificadas (Green y col., 1999a; Garbayo y col., 1998) y antígenos inmunológicamente relacionados se han detectado en casi todos los rumiantes (Green y col., 1998). Algunas de estas proteínas no presentaban reacción inmunológica cruzada con la boPAG1, a pesar de pertenecer a la misma familia. Alguna de las nuevas PAG tienen conservada la secuencia en el centro activo, aunque estudios de modelado sugieren que tampoco se trata de enzimas activos. En este sentido ninguna de las moléculas purificadas demostraron actividad enzimática cuando se utilizó como substrato la hemoglobina. Aunque este hecho no descarta que se trate de enzimas con gran especifidad de substrato como ocurre con la renina, otra proteasa aspártica.

El aislamiento de más miembros de la familia ha permitido averiguar que aunque la expresión de muchas de las PAGs está restringida a las células binucleadas otras se localizan por todo el trofectodermo. Análisis filogenéticos son capaces de separar las PAGs en dos grupos principales que reflejan de manera exacta su lugar de expresión, restringida a las células binucleadas o por todo el trofectodermo (Green et al., 2000).

6- Moléculas relacionadas con las PAG fuera de los rumiantes

Moléculas relacionadas con las PAG de rumiantes se han identificado en el cerdo, otro miembro del orden Artiodáctila, así como en el caballo (Perisodáctila) y el gato (Carnivora). A diferencia de la mayoría de las PAG de rumiantes, la PAG equina no parece estar altamente glicosilada y su forma recombinante es capaz de hidrolizar la hemoglobina, siendo la primera PAG que se ha demostrado que es una proteasa (Green y col.,1999b). Otra diferencia importante con la PAG de rumiantes es que parece ser el producto de un solo gen.

Un ARNm similar al del caballo se ha clonado a partir de la placenta de gato.

7- Función

El hecho de encontrar las PAG en sangre sugirió que su diana era la madre y que eran hormonas placentarias, que actuaban quizás sobre el CL. Una hipótesis alternativa es que la PAG actúa localmente en la interfase placentaria y que su presencia en el suero no es intencionada sino una consecuencia de la naturaleza invasiva de las células binucleadas. Reforzando esta hipótesis de actuación local está el hecho de que algunas PAG se expresan predominantemente en las células mononucleadas. Más aún, se producen también en especies, como el cerdo, con una placentación epiteliocorial, dónde no hay erosión del epitelio uterino haciendo, por tanto, menos probable su presencia en sangre.

La mayoría, si no todas, las PAG son inactivas enzimáticamente, lo que sugiere que su función no es la de proteasas. En cualquier caso, muchas de ellas pueden ligar péptidos sin hidrolizarlos, hecho que cabría pensar refleja su función.

Las PAG expresadas en las células binucleadas están sometidas a selección darwiniana positiva (Hughes y col. 2000). Esto implica que la selección natural ha actuado para diversificar las PAG a nivel de aa, lo que a su vez sugiere que estas moléculas han sufrido una diversificación funcional. Es muy improbable que familias multigénicas, como la PAG, se mantengan sin una función, ya que se perderían o se acumularían como pseudogenes como consecuencia de la selección darwiniana purificadora. Con este argumento debemos asumir que no sólo las PAG individuales son funcionales sino que cada una de ellas tiene un papel ligeramente diferente. Entre las familias que están evolucionando rapidamente figuran las IgG, receptores de células T o los antígenos del complejo principal de histocompatibilidad. En todos los casos la diversificación está unida a una mayor capacidad de unir ligandos específicos.

8- Conclusiones

Es muy tentador especular que la función de la PAG se relaciona con su capacidad de ligar péptidos. Es muy improbable que la PAG se trate de una mera curiosidad sin función, en vista de su larga supervivencia evolutiva y su abundante presencia en la interfase materno-fetal. Esta familia nos ofrece pues una gran oportunidad, tanto en investigación básica, como aplicada, habiendo sido ya demostrado su uso para diagnóstico de gestación en rumiantes.

9- Bibliografía

Butler y col., 1982. Biol.. Reprod. 26:925-933.
Zoli y col., 1991. Biol.. Reprod. 45:1-10.
Beckers, 1999. Ann. Méd. Vét. 143 :253-263.
Mialon y col., 1993. Reprod. Nutr. Dev. 33:269-282.
Xie y col., 1991. PNAS USA 88:10247-10251.
Green y col., 1998. Reviews of Reproduction 3:62-69.
Xie y col., 1995. Gene 159:193-197.
Green y col., 2000. Biol. Reprod. 62:1624-1631.
Garbayo y col., 2000. Mol. Reprod. Dev. 57:311-322.
Green y col., 1999a . Biol. Reprod. 62:1624-1631.
Garbayo y col., 1998. Biol..Reprod. 58:109-115.
Green y col., 1999b. Biol. Reprod. 60:1069-1077.
Hughes y col., 2000, PNAS USA. 97:3319-3323.

INCIDENCIA DE LA HIDRÓMETRA EN LA AGRUPACIÓN CAPRINA CANARIA

M Batista, P Calero, E Quesada , F González, F Cabrera, A Gracia
Unidad de Reproducción y Obstetricia. Facultad de Veterinaria de Las Palmas.
Trasmontaña 35416, Arucas, Las Palmas
e-mail: batista@cicei.ulpgc.es

1. INTRODUCCIÓN

El archipiélago canario cuenta actualmente con un censo de cabras que ronda las 280000 cabezas, ubicadas en más de 4800 explotaciones. En la mayoría de las explotaciones caprinas, el sistema productivo se basa en la obtención de leche durante todo el año, para la elaboración de queso y la venta de carne en determinadas épocas en función de la demanda del mercado. Por tanto, los objetivos de los ganaderos son la obtención del mayor número de litros de leche durante el año y aumentar la recría en las épocas de mayor demanda.

La hidrómetra o pseudogestación en la especie caprina es un estado patológico que compromete la productividad del animal afectado. Se caracteriza por la acumulación de líquido estéril en el interior del útero, presentando el animal una sintomatología prácticamente similar al de una cabra gestante: el animal no manifiesta actividad sexual, se reduce su producción láctea y existe un aumento de volumen a nivel abdominal. La evolución normal de esta patología es la expulsión de este líquido acumulado en el útero, entre 2 y 5 meses tras producirse la cubrición (Mialot et al., 1991, Duquesnel et al., 1992; Hesselink, 1993). Este proceso morboso no comporta un grave riesgo para la salud del animal, pero si anula totalmente la capacidad reproductiva de la cabra, disminuye su producción láctea y se termina traduciendo en un descenso notable del rendimiento total del rebaño.

Estudios preliminares no publicados, parecen indicar que esta patología tiene actualmente una incidencia alrededor del 2-3% en el ganado caprino canario. Los objetivos de la presente investigación fueron determinar la incidencia de la hidrómetra en la Agrupación caprina canaria de la isla de Gran Canaria, y valorar los factores que pueden influir en su presentación.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Durante un periodo de 24 meses (1999-2000), se determinó la incidencia de hidrómetra mediante ultrasonografía transabdominal, sobre un total de 3097 cabras pertenecientes a la ACC, distribuidas en un total de 7 explotaciones. Las explotaciones estudiadas incluían notables diferencias en sus sistemas productivo y reproductivo, siendo un reflejo fiable de las importantes variaciones que existen en el manejo de la cabaña caprina en la isla de Gran Canaria.

La determinación de la hidrómetra se realizó mediante ultrasonografía transabdominal, utilizando un ecógrafo Toshiba Sonolayer, SAL-32 B con una transductor lineal de 5 MHz. Se consideró que el animal había desarrollado una hidrómetra, cuando la ultrasonografía nos mostraba una imagen anecógena, con flujo de líquido y la presencia de trabéculas móviles, ecógenas y relativamente finas (Hesselink, 1993). Asimismo, se comprobaba la ausencia de estructuras placentarias, cotiledones o imágenes que pudiesen ser indicativas de la presencia de estructuras embrionarias (Taverne et al., 1991).

En todas las explotaciones estudiadas, se valoraron diferentes parámetros que pudiesen influir sobre la presentación de esta patología. Estos parámetros fueron agrupados

básicamente en tres grupos: edad de los animales, tipo de alimentación y manejo reproductivo.

Para establecer la incidencia de la hidrómetra en la cabaña caprina valorada, y para valorar la influencia de los diferentes parámetros estudiados, los datos se analizaron mediante el test de Chi cuadrado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia de la hidrómetra observada en las cabras valoradas fue de un 2.65% (82/3097). En 6 de las 7 explotaciones valoradas, se presentó al menos 1 caso de hidrómetra, con notables oscilaciones entre las granjas estudiadas (Tabla 1). La incidencia de la hidrómetra en la ACC de la isla de Gran Canaria mostró un valor comparable al obtenido en distintas razas caprinas. Así, los estudios realizados en razas caprinas de aptitud lechera similar a la canaria, muestran una incidencia media de la hidrómetra entre un 2-3% (Mialot et al., 1991, Duquesnel et al., 1992). No obstante, otros estudios muestran valores de incidencia inferiores o superiores (Hesselink, 1993; Wittek et al., 1995) a los obtenidos en nuestro estudio.

En nuestra investigación, la incidencia de la hidrómetra fue mayor (tabla 2) en cabras multíparas que en cabras nulíparas (2.67% vs 2.47%, respectivamente; $p<0.05$). En este sentido, Mialot et al. (1991) obtuvieron también una mayor frecuencia de hidrómetra en hembras multíparas que en cabras primíparas y una mayor predisposición al desarrollo de esta patología en cabras de edad avanzada que en cabras con edades más tempranas (Mialot et al., 1991; Hesselink, 1993). Sin embargo, aún no se encuentra clarificado la causa de esta mayor predisposición en animales de mayor edad.

En la mayoría de las explotaciones valoradas el sistema productivo empleado era el intensivo y sólo en unas pocas explotaciones se utilizaba un sistema semiextensivo, donde los animales pastoreaban durante el día y eran estabulados por la noche. Al comparar la incidencia de la hidrómetra en función del tipo de alimentación (tabla 2), se observa que la incidencia de la hidrómetra en las explotaciones con un régimen intensivo (2.79%; 64/2291), fue significativamente mayor ($p<0.01$) que en las explotaciones con un régimen semiextensivo (2.45%; 19/806). Diferentes estudios muestran que la alimentación parece predisponer al padecimiento de la hidrómetra; la mayoría de las cabras con hidrómetra presentan un estado corporal de sobrepeso (Mialot et al., 1991), probablemente como consecuencia de una dieta excesivamente rica en energía.

A la hora de valorar la incidencia de la hidrómetra en función del manejo reproductivo, hemos distinguido dos posibles criterios: animales sometidos al efecto macho y animales sometidos a tratamientos hormonales. En las explotaciones que utilizaban el efecto macho, el valor medio fue del 2.38% (rango: 0-3.6%), mientras que en aquellas explotaciones que utilizaban tratamientos de inducción de la ovulación a base de progestágenos, el porcentaje de cabras que presentaron hidrómetra fue significativamente mayor (4.25%; rango: 2.94-4.96%). Estos resultados son coherentes con los hallazgos de otros autores en diferentes razas caprinas (Mialot et al., 1991; Hesselink, 1993). No se puede excluir, que la exposición a los progestágenos durante un periodo de tiempo determinado, guarde relación con la etiología de este proceso. Esta aseveración es coherente con el hecho de que la hidrómetra parece generarse como resultado de la prolongada secreción de progesterona por el cuerpo lúteo persistente, favoreciendo la acumulación de fluidos en el útero (Taverne et al., 1994).

Los resultados de nuestro estudio muestran que la incidencia de hidrómetra en la cabra canaria es relativamente importante, siendo similar al descrito en otras razas de parecida

aptitud lechera. Sería muy interesante establecer líneas de investigación que abordasen la etiopatogenia de esta patología, así como establecer modelos de tratamientos efectivos que permitiesen recuperar el potencial productivo de estos animales.

Tabla 1. Incidencia de la hidrómetra en las explotaciones valoradas

	Características valoradas en las diferentes explotaciones caprinas			
	Número total de cabras	Número de cabras valoradas	Número de cabras afectadas	Incidencia de la hidrómetra
Explotación				
1	787	787	18	2.28%
2	20	14	2	14.29%
3	19	19	0	0.0%
4	350	301	11	3.65%
5	310	310	8	2.58%
6	121	121	6	4.95%
7	1545	1545	37	2.39%
Total	3152	3097	82	2.65%

Tabla 2. Incidencia de la hidrómetra en función de diferentes parámetros

Edad de los animales		Tipo de alimentación		Sistema reproductivo empleado	
Pluríparas	Nulíparas	Semiextensivo	Intensivo	Efecto macho	Tratamientos hormonales[1]
2.67%[a] (74/2775)	2.48%[b] (8/322)	2.23%[a] (18/806)	2.79[b] (64/2291)	2.38%[a] (63/2650)	4.25%[b] (19/447)

[a,b] Letras diferentes dentro del mismo parámetro representan diferencias significativas ($p<0.01$)

[1] Tratamientos hormonales: esponjas intravaginales de FGA durante 11 días + PMSG y análogos de PG2-alfa 48 horas antes de la retirada de las esponjas.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Duquesnel R, Parisot D, Mialot J, Saboreau L, Étienne P, Delaval J, Guéraud J, Prengere E, De Montigni G, Guerrault P, Perrin G, Humblot P, Fontaubert P, Chemineau P. La pseudogestation chez la chèvre. Ann Zootech, 1992; 41: 407-415.

2. Hesselink JW. Incidence of hydrometra in dairy goats. Vet. Rec. 1993a;132:110-112.

3. Mialot J, Saboreau L, Gueraud J, Prengere E, Parizot D, Pirot G, Duquesnel R, Petat M, Chemineau P. La pseudogestation chez la chévre. Rec. Med.Vèt. 1991b;167:383-390.

4. Taverne M. Applications of two-dimensional ultrasound in animal reproduction. Die Anwendung des zweidimensionalen Ultraschalls in der tierischen Fortpflanzung. Wien Tierärztl Monatsschr 1991;78:341-345.

5. Taverne M, Bevers M, Hesselink J, Van den Brande H, Dieleman S, Van Oord HA. Evidence for a dominant role of prolactin in the luteotrophic complex of pseudopregnant goats. Anim. Reprod. Sci. 1994;36:253-260.

6. Wlittek T, Erices J, Elze K. Histology of the uterine fluid and blood plasma concentrations of progesterone, estradiol-17β and prolactin during hydrometra in goats. Small Rum. Res. 1998;30:105-112.

PERFILES HORMONALES DURANTE LA GESTACIÓN Y PSEUDOGESTACIÓN EN LA CABRA MONTÉS (*Capra pyrenaica hispanica*)

A. Fernández-Arias, J. Folch, J. L. Alabart
Servicio de Investigación Agroalimentaria, Aptdo. 727, 50080 Zaragoza.
afernandeza@aragob.es

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se describen las curvas de las concentraciones plasmáticas de la Pregnancy Associated Glycoprotein (PAG) y progesterona durante la gestación de cabras monteses mantenidas en cautividad en un cercado situado en las inmediaciones de Zaragoza (41° 30 N-1° E).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras semanales de sangre en 11 cabras monteses, desde el día 30 hasta el 197 post-cubrición. La sangre heparinizada se centrifugó inmediatamente y el plasma obtenido se congeló a -20°C hasta el día del análisis. Los valores de PAG y progesterona plasmática se obtuvieron mediante radioinmunoanálisis según la metodología descrita anteriormente (1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1 y 2 están representadas las curvas de la evolución de las concentraciones de PAG y de progesterona plasmática de 6 cabras monteses que parieron cada una 1 cabrito montés normal.

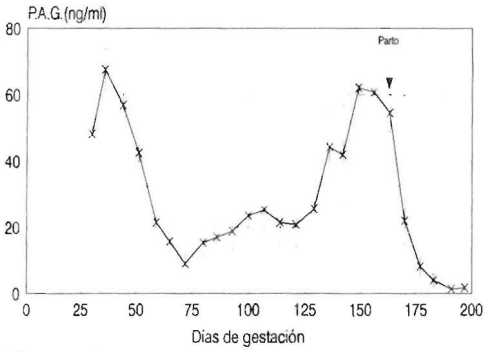


Figura 1

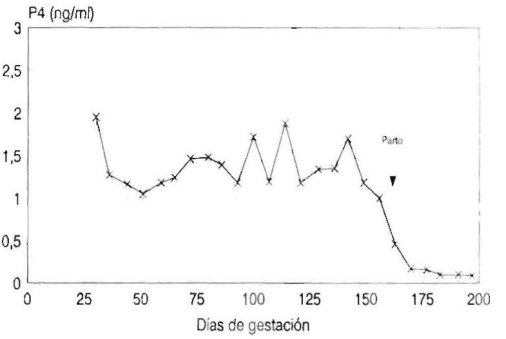


Figura 2

La curva de PAG de la cabra montés presenta dos picos de secreción, el primero alrededor del día 37 y el segundo alrededor del día 146 de gestación, separados por una zona central en la que los niveles de PAG son mucho más bajos.

Durante la gestación, los valores de progesterona plasmática se mantuvieron en todo momento, por encima de 0.5 ng/ml. Coincidiendo con el momento del parto se observa un descenso de la progesteronemia por debajo de dicho nivel.

Concentraciones plasmáticas de PAG y progesterona a lo largo de la pseudogestación o hidrómetra en la cabra montés

De las 11 cabras monteses en las que se controló la gestación, una (CMH 11) presentó pseudogestación o hidrómetra. En las ecografías practicadas a esta hembra se observó líquido en la cavidad uterina, en el que se apreciaba material ecogénico pulverulento en suspensión que se depositaba por gravedad en las zonas más bajas (imagen de "nevada"). En la fecha prevista del parto,164 días después de la cubrición, la hembra expulsó líquido por la vagina (fenómeno conocido como "cloudburst"). Dicha hembra presentó valores de PAG plasmáticos compatibles con gestación, hasta el día 40 después de la cubrición (Fig. 3), momento en el que la concentración de PAG cayó a niveles basales. Por el contrario la concentración plasmática de progesterona se mantuvo por encima de los 0.5 ng/ml hasta el día 100 de gestación, y desde ese momento hasta la fecha de la expulsión del líquido, los niveles de progesterona se mantuvieron entre los 0.25 y los 0.5 ng/ml (Fig. 4). La persistencia de actividad luteal y la acumulación de líquido estéril dentro del útero (hidrómetra) son características de la pseudogestación en la cabra doméstica. En algunos casos, la pseudogestación en la cabra doméstica es consecuencia de mortalidad fetal (2). Este parece haber sido el caso de esta hembra.

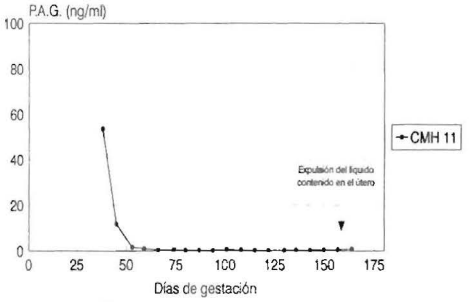


Figura 3

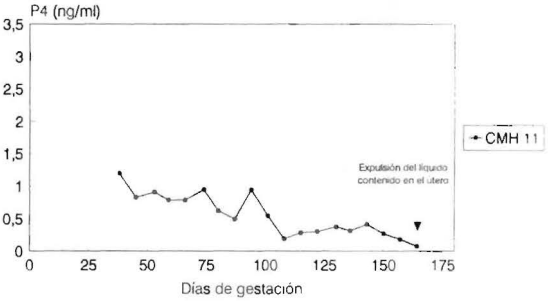


Figura 4

Concentraciones plasmáticas de PAG y progesterona en cabras monteses que abortaron

En dos de las 11 hembras estudiadas se produjeron dos abortos (hembras CMH 19 y CMH 790). La hembra CMH 19 abortó a término (a los 165 días de gestación) un feto que pesaba 1 kg., la mitad de lo que es normal en la especie. Esta hembra no presentó el segundo pico de PAG característico en esta especie (Fig. 5). Los valores de progesterona plasmática (Fig. 6) alcanzaron en varias ocasiones el límite que consideramos mínimo (0.5 ng/ml) para un cuerpo lúteo de gestación. Ello puede indicar un defecto placentario que habría repercutido en la nutrición del feto.

La hembra CMH 790 abortó un feto de 250 gramos de peso a los 113 días. Este animal presentó una evolución de PAG (Fig. 7) y progesterona (Fig. 8) característicos de un aborto, ya que ambos descendieron bruscamente antes de producirse el mismo.

Aunque se investigó, no se pudo encontrar ningún patógeno como causa de los abortos.

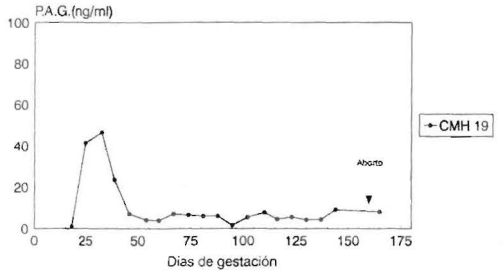


Figura 5

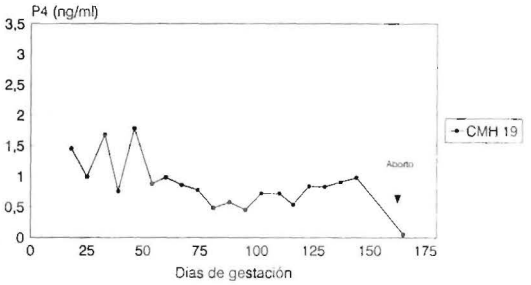


Figura 6

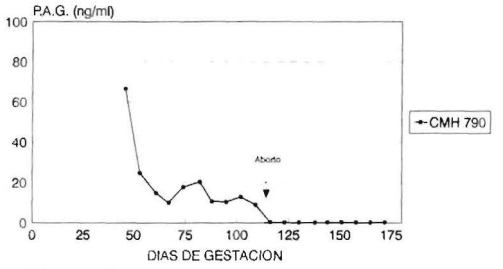


Figura 7

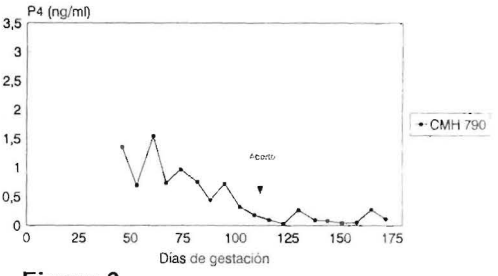


Figura 8

Concentraciones plasmáticas de PAG en cabras monteses no gestantes:

De las 11 cabras monteses estudiadas, dos no quedaron gestantes. Estas presentaron niveles basales de PAG plasmáticas a lo largo del periodo estudiado (Fig. 9).

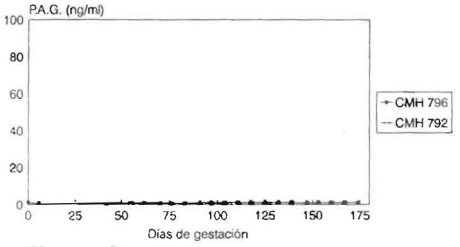


Figura 9

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández-Arias A, 1996 Características reproductivas y transferencia de embriones en la Cabra montés (*Capra pyrenaica hispanica*). Tesis Doctoral, Zaragoza 1996.

2. Leboeuf B., Renaud G., de Fontaubert Y., Broqua B., Chemineau P., 1994. Echographie et pseudogestation chez la chevre. Proceedings de las 7as Jornadas Internacionales de Reproducción Animal, 6-9 de Julio, Murcia: 251-255.

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA EDAD COMO FACTOR DE VARIACIÓN EN LA ELECTROEYACULACIÓN DEL CIERVO IBÉRICO (*Cervus elaphus hispanicus*)

Anel, L; García, AJ***; Martínez, AF; Soler, AJ*; Anel, E; López, A*; Älvarez, M; Boixo, JC**; Paz, P y Garde, J***

Reproducción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071 e-mail: dsalar@isidoro.unileon.es
*Dpto. Ciencia y Tecnología Agroforestal. ETSIA Albacete. Univ. Castilla-La Mancha.
**CENSYRA. León. ***IREC, Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos.

INTRODUCCIÓN

La introducción de criterios objetivos en la gestión y manejo de determinadas poblaciones de especies silvestres, ha incrementado el interés por el empleo de diversas tecnologías utilizadas de forma rutinaria en especies domésticas. Un ejemplo demostrativo lo constituye el desarrollo de las técnicas de reproducción asistida (TRA) en especies cinegéticas, con el fin de aplicar programas de mejora que incrementen el rendimiento de su explotación (mejora de la calidad de los trofeos obtenidos). Las técnicas de obtención, valoración, conservación y aplicación de espermatozoides en estas especies, carecen de datos fundamentales para adaptar las metodologías clásicas (especies domésticas). Todo esto nos plantea la necesidad de profundizar en el conocimiento de los parámetros de aplicación de las TRA en especies silvestres. En el presente estudio, hacemos una valoración preliminar del efecto de la edad del macho donante sobre algunos parámetros básicos de eyaculados obtenidos mediante electroeyaculación en el ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*).

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se han empleado 10 machos de ciervo ibérico, de entre 15 y 51 meses de edad, mantenidos en un sistema de parques. Los animales se agruparon según tres clases de edad (Tabla 1). Los datos presentados corresponden a un periodo de dos años (1998-2000), en el que dichos animales fueron sometidos a varias electroeyaculaciones (n total=27), en periodos que abarcan desde Octubre (post-berrea) a Febrero.

Tabla 1. Ficha técnica de la experiencia: valores medios (media±ESM) agrupados según las clases de edad.

	1-2 años	2-3 años	3-4 años
Nº electroeyaculaciones	8	7	12
Peso ciervos (kg)	91,76±4,99	108,60±1,48	124,66±1,71
Edad ciervos (meses)	17,25±0,44	29,71±0,60	41,83±0,37
Circunferencia escrotal (cm)	16,94±0,27	18,64±0,23	20,59±0,27

La contención de los animales se realizó en un inmovilizador de la nave de manejo de rumiantes salvajes de la ETSIA de Albacete. A los machos se les inyectó una mezcla anestésica (Xilacina + Ketamina) para realizar la electroeyaculación en el plano anestésico adecuado. Previo rasurado y lavado de la zona prepucial, se realizó la electroeyaculación mediante una sonda bipolar (tres electrodos) de 19 mm

de diámetro y un equipo de doble registro para voltaje y miliamperaje (PT-Electronics®). El protocolo empleado (estímulos de intensidad creciente aplicados en secuencias alternantes estímulo-descanso) se aplicó bajo criterios de dosis-efecto. Los eyaculados se recogieron sobre un colector de vidrio a 37°C y se trasladaron al laboratorio, manteniéndose en un baño maría (30°C) mientras se realizan las pruebas de valoración. Una vez finalizada la electroeyaculación, se empleó un protocolo de reversión anestésica (Clorhidrato de yohimbina). Los datos estudiados respecto al umbral de respuesta fueron los parámetros del electroeyaculador en el momento de iniciarse la eyaculación (**voltios** y **miliamperios**) así como el **tiempo** transcurrido desde el inicio del protocolo de electroestimulación. También se determinó de número de **espermatozoides totales** (cámara de Bürker) obtenidos por cada eyaculación. Con relación a los aspectos cualitativos básicos de los eyaculados obtenidos se cuantificaron la **movilidad individual** (%) y la **calidad de movimiento** (0-5) [400xCF, platina termostatizada a 37°C] por un lado, y los **acrosomas normales** (%) **formas anormales** (%, excluidas gotas citoplasmáticas), y **gotas citoplasmáticas** (%) [previa fijación en una solución de glutaraldehído al 2%, a 400xCF] por otro. El estudio estadístico de los resultados obtenidos se realizó mediante un análisis de varianza y comparación de medias por el método de mínimos cuadrados (LSM), con el programa estadístico SAS™.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados expresados en las tablas 2 y 3 muestran la existencia de un agrupamiento homogéneo entre las clases 2-3 y 3-4 para todos los parámetros estudiados, que las diferencia de la clase 1-2, aunque el análisis estadístico solo demuestra diferencias significativas para el caso de las gotas citoplasmáticas ($p<0,05$). Es decir que a priori, y considerando los parámetros básicos estudiados en referencia a la edad del macho donante, a partir de los dos años existiría una producción espermática homogénea.

Tabla 2. Valores medios (media±ESM) de los parámetros aplicados en el momento del inicio del eyaculado y del rendimiento de la técnica (espermatozoides totales), agrupados según clases de edad.

	1-2	2-3	3-4
Voltios	3,51±0,53	4,44±0,75	4,25±0,53
Miliamperios	65,63±9,42	80,83±4,96	73,75±9,30
Tiempo de respuesta (segundos)	178,25±34,88	212,43±48,90	196,83±43,09
Espermatozoides totales (x 10^6)	1218,86±462,11	2179,24±502,65	2256,24±418,05

En la misma fila, distintos superíndices indican diferencias significativas ($p<0,05$)

Este hecho estaría en discordancia aparente con la evidente progresión de los parámetros fenotípicos (generales y genitales) que aparecen en la tabla 1, en la que se muestran tres grupos bien diferenciados en función de las clase de edad prefijadas en el presente estudio. Las tendencias de los datos que se muestran en la tabla 2, indican que los animales más jóvenes, tienen una mayor sensibilidad a los estímulos eléctricos hecho patente no sólo en los parámetros eléctricos, sino también en el tiempo de respuesta a la estimulación. Estos hechos son difícilmente discutibles por la falta de información al respecto; además; el modelo de electroeyaculación aplicado (a dosis efecto en una sola serie de estímulos de intensidad creciente) no ha sido descrito por ningún autor. A este respecto, señalar

que los parámetros empleados por otros autores coinciden con los valores medios utilizados por nosotros en todo el protocolo de electroeyaculación (en el presente trabajo se aportan los valores al inicio de la eyaculación como valor de sensibilidad, dato que no es aportado por ningún autor).

Tabla 3. Parámetros cualitativos (media±ESM) de los eyaculados agrupados según las clases de edad).

	1-2	2-3	3-4
Movilidad individual (%)	73,13±5,82	79,29±3,52	76,67±2,56
Calidad de movimiento (1-5)	3,94±0,08	3,57±0,20	3,60±0,16
Acrosomas normales (%)	88,63±1,99	89,00±1,15	84,25±3,08
Formas anormales (%)	31,62±4,72	24,43±3,66	21,42±6,54
Gotas citoplasmáticas (totales) (%)	8,80±1,98^{a}	5,83±0,96^{ab}	4,43±1,04^{b}

En la misma fila, distintos superíndices indican diferencias significativas ($p<0,05$)

Las diferencias en función de la edad del ciervo sobre diversos parámetros indicativos de la calidad seminal (movilidad y anormalidades), han sido descritas por algunos autores como Haig et al (1984) en el wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) o Lincoln (1981) en el ciervo rojo (*Cervus elaphus*); en ambos casos, comunican que existen diferencias en función de la edad, marcadas fundamentalmente con respecto a los animales de menor edad (alrededor de los dos años), hecho que coincide con las tendencias de los datos que aportamos en el presente trabajo. Garde et al (1999) trabajando con muestras epididimarias de ciervo ibérico comprueban igualmente que en los ciervos de menor edad (entre dos y tres años) de las clases estudiadas se obtienen las muestras espermáticas con peores resultados de evaluación "in vitro" (movilidad individual; acrosomas normales y test de endósmosis celular); la comparación directa con nuestros resultados es complicada debido a las distintas clases de edad establecidas en ambas experiencias, y sobre todo habría que considerar las diferencias generadas por la distinta fuente de obtención de los espermatozoides. En cualquier caso y según nuestros resultados, todo parece indicar que existe una maduración aparente de la producción espermática a partir de los dos años de edad, patente en la disminución de las formas anormales y del % de gotas citoplasmáticas de los espermatozoides recogidos. En consecuencia, los ciervos ibéricos seleccionados como donantes de semen deberían emplearse en los programas de recogida seminal a partir de los dos años.

Los autores agradecen su colaboración a: Camino Guerra Ortiz, Mohamed Kaabi, Roberto del Moral, Giovanna González, Patri Martínez, Marta Fernández, Isidoro Cambronero, Fulgencio Cebrián y Bernardo Albiñana.

Este trabajo ha sido financiado en parte por: **Junta de Castilla y León** (LE32/99), **Universidad de Castilla-La Mancha** y **Universidad de León**.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Garde, JJ; García-Díaz; AJ; Ortiz, N; López-Sáez, A; Soler, AJ y Gallego, L. (1999). Técnicas de reproducción asistida aplicadas a poblaciones cinegéticas de cérvidos. En: Proc. II Congreso Ibérico de Reproducción (Lugo) pp 419-428.

Haig, JC; Cates, WF; Glover, GJ and Rawlings; NC. (1984). Relationships between seasonal changes in serum testosterone concentrations, scrotal circumference and sperm morphology of male wapiti (Cervus elaphus) J.Reprod. Fert. 70 413-418.

Lincoln, GA. (1981) Seasonal aspects of testicular function. In: The Testis, Eds H. Burger & D. de Kretser. Raven Press. New York. pp 255-302.

PARÁMETROS SEMINALES DEL ESPERMA DE ARRUI (*Ammotragus lervia*) OBTENIDO MEDIANTE ELECTROEYACULACIÓN.

SS. Pérez-Garnelo[1], M. Oter[1], M. Delclaux[2], C. Talavera[2], M. López[2] y J. De la Fuente[1].

[1] INIA. Dpto de Reproducción Animal y Conservación de Recursos Zoogenéticos. Crta de La Coruña, km, 5,9. 28080 - Madrid. e-mail: sgarnelo@inia.es
[2] Zoo-Aquarium de Madrid.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de técnicas de reproducción asistida en animales silvestres es de gran importancia y en ocasiones, la única alternativa posible para evitar tanto la extinción de un considerable número de especies como la elevada consanguinidad presente en las poblaciones de los núcleos zoológicos.

En el caso concreto del Arrui, la destrucción de su hábitat natural y sobretodo la caza, ha llevado a esta especie cerca de la extinción (1), estando considerada actualmente como vulnerable (2). Por ello, la puesta a punto de técnicas de obtención de semen por electroeyaculación y la crioconservación del material seminal, permitiría la instauración de bancos de germoplasma para poder preservar la diversidad genética de estos animales y en un futuro, la producción de animales y la repoblación del hábitat natural de la especie.

En términos generales, salvo información un poco más detallada de algunas especies que se encuentran en Zoos'o Parques de Rescate de Fauna y que se ha utilizado para instaurar programas de conservación de recursos genéticos, existe escasa información sobre parámetros reproductivos de machos y hembras de ungulados salvajes. La mayor parte de información proviene de trabajos de campo y de análisis de material recolectado de animales muertos. Por ello, el objetivo del presente trabajo, ha sido la adecuación de la técnica de electroeyaculación en el Arrui y el análisis de los parámetros seminales del esperma así obtenido en esta especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y Obtención de semen

Se han utilizado 2 machos adultos ubicados en el Zoológico de la Casa de Campo de Madrid, con las siguientes edades: **A**) 3 años y 7 meses y **B**) 9 años y 8 meses (macho dominante).

Para la obtención del eyaculado, se procedió a anestesiar a los animales administrando con rifle Tiletamina + Zolazepan (2,5+2,5mg/Kg peso vivo) vía intramuscular. Tras la colocación del animal en decúbito prono sobre una camilla, se procedió al lavado e higienización de la zona prepucial y vaciado de las heces de la ampolla rectal. Utilizando una sonda de 2,5 cm de diámetro y 3 electrodos longitudinales, se siguió un protocolo estándar de electroeyaculación, aplicando estímulos de forma alternante y de intensidad creciente, hasta obtener el eyaculado en un colector de vidrio graduado y atemperado.

El ensayo fue realizado en 6 ocasiones en el caso del macho A y 11 veces en el B.

Caracterización de los parámetros seminales

Obtenido el eyaculado, fue trasladado al laboratorio donde se valoró el volumen, por simple apreciación visual del colector graduado (**Vol**) y la concentración (**espz/mL** y **espz totales**), mediante recuento en cámara (Bürker).

La movilidad masal (**MM**) o valoración de la calidad de las ondas que produce la masa espermática en movimiento en una escala de 0 a 5 (3), fue estimada por microscopía óptica de contraste de fases (100x). La movilidad individual (**MI%**) o porcentaje de células móviles, fue valorada mediante estimación visual microscópica (200x), valorando así mismo, la calidad de movimiento (**Cal.**), también en una escala de 0 (acinesis total) a 5 (movimiento progresivo rápido) (4).

El porcentaje de espermatozoides normales (**%Nor**), se valoró mediante microscopía óptica de contraste de fases (400x), previa inclusión de las muestras en una solución de glutaraldehído al 2‰ (5). El estado del acrosoma (**%NAR**), se valoró mediante microscopía óptica de contraste de fases (1000x), también previa inclusión de la muestra en solución de glutaraldehído (5).

Para valorar la integridad de la membrana se efectuó un test de endósmosis (**%E+**), sometiendo a los espermatozoides a una presión de 100 mOsm/Kg durante 30 minutos a temperatura ambiente, fijando con solución de glutaraldehído y valorando en microscopía óptica de contraste de fases (400x)(6,7).

Por último, para valorar la viabilidad espermática, se efectuó una tinción con Eosina-Nigrosina (**%V**), efectuándose el recuento del número de espermatozoides vivos mediante microscopio óptico de campo claro (400x) (7,8).

Análisis estadístico

El estudio comparativo entre ambos machos de los parámetros seminales analizados se realizó mediante T de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de las colectas efectuadas, hubo que eliminar del estudio dos eyaculados del macho A, por presentar contaminación con orina. Los valores medios obtenidos en los dos machos utilizados para cada uno de los parámetros seminales analizados, aparecen reflejados en la tabla 1.

El volumen medio de eyaculado fue de 2,7±1,6 mL en el macho más joven (A) y de 5,3±1,7mL en el dominante (B), existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos ($p<0,05$).

La concentración obtenida tanto en el número de espermatozoides por mL como en el número de espermatozoides totales del eyaculado, fue también más elevada en el caso del macho B aunque en este caso, la diferencia no alcanzó significación estadística debido a la variabilidad existente entre las observaciones.

En cuanto a los parámetros cualitativos estudiados, los mejores resultados de movilidad también correspondieron al macho dominante, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p<0,01$) en la movilidad masal (2,8±1,1 *vs* 3,9±0,5), porcentual (62,5±12,5 *vs* 83,5±7,4) y en la calidad de movimiento (3,7±0,2 *vs* 4,4±0,2).

Los valores correspondientes a normalidad, integridad acrosómica y viabilidad, fueron muy similares entre ambos machos y superaron el 80% (salvo en el porcentaje de espermatozoides normales del macho más joven).

Tabla 1. Resultados medios de los parámetros analizados en los 2 machos de Arrui electroeyaculados.

Parámetros	♂ A	♂ B
Volumen	2,7±1,6[a]	5,3±1,7[b]
Espz./mL	51,4±39,0	412,9±354,2
Espz. Totales	91,7±85,5	1949,7±115
MM	2,8±1,1[c]	3,9±0,5[d]
MI%	62,5±12,5[c]	83,5±7,4[d]
Cal	3,7±0,2[c]	4,4±0,2[d]
%Nor	78±25	90,3±4,4
%NAR	82±5,5	84,7±8,7
%E+	50±15,5	58±14,9
%V	81,3±4,2	85±4,3

Superíndices entre columnas, indican diferencias estadísticamente significativas: a-b, p<0,05; c-d, p<0,01

Los valores obtenidos en los parámetros seminales analizados en este estudio son bastante homogéneos, sobre todo en el caso del macho dominante. Sin embargo, el test de endósmosis empleado en las especies domésticas, proporcionó en ambos animales valores en torno al 50%, lo que sugiere que es necesario realizar ensayos encaminados a adecuar este test para la especie en cuestión.

Las características seminales de los eyaculados de Arrui empleados en este estudio son similares a las de ovino y bovino cuando las muestras se obtienen mediante electroeyaculación (3,4,9) y coinciden con lo descrito por otros autores para esta especie (10), incluso en la diferencia de calidad de los eyaculados entre machos.

Los resultados de este estudio muestran que en esta especie, se pueden obtener mediante el empleo de la electroeyaculación, eyaculados de calidad suficiente tanto para realizar ensayos de fertilidad mediante el empleo de inseminación artificial como para criopreservar el material seminal así obtenido, teniendo esta observación implicaciones muy importantes de cara a la conservación de especies salvajes en peligro de extinción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1)- Haas G (1990). Barbary Sheep (Genus *Ammotragus*). In: Grzimek's Encyclopedia of Mammals. New York: McGraw-Hill Publishing Co, Vol., 5:538-440

(2)- IUCN (1996).The Red List of Threatened Animals. IUCN Publications Service, Cambridge.

(3)- Evans G and Maxwell WCM (1987). Inseminación artificial de ovejas y cabras. ISBN:84-200-0675-0. pg 97.

(4)- Fiser PS and Fairfull RW (1989). Cryobiology, 26: 64-69.

(5)- Pursel VG and Johnson LA (1974). *Theriogenology* 1, 63-68.

(6)- Jeyendran RS, Van der Ven HH, Pérez-Peláez M, Crabo, BG, Zaneveld LJD (1984). *J. Reprod. Fertil.* 70: 219-228.

(7)- Pérez-Garnelo SS, Gutierrez-Adán A, Romero A, Delclaux M, López M and De la Fuente J (2000). Theriogenology, 53(1):342.

(8)- Tamuli MK, Watson PF (1994). *Anim. Reprod. Sci.* 35: 247-254.

(9)- Hulet CV, Foote WC, Blackwell RL (1964). J. Anim. Sci., 23:418-424.

(10)- Crenshaw CC, Martin LM, Mains CR, Wright RD, Dart MG, Perkins RM, Purdy PH and Ericsson SA (2000). Theriogenology, 54 (1):39-45

ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES EN TOROS CON BALANOPOSTITIS OCASIONADA POR EL VIRUS DE LA RINOTRAQUEÍTIS INFECCIOSA BOVINA

Prieto, L.; Gil, M.C. y Roy, T.J.
Dpto. Medicina y Sanidad Animal , Unidad de Reproducción y Obstetricia. Facultad de Veterinaria. UEX. 10071 Cáceres, (España).

INTRODUCCION

El Herpesvirus bovino tipo-1 (IBR/IPV), además de afectar a diversos sistemas orgánicos como el respiratorio, digestivo o nervioso entre otros tiene la capacidad de afectar en su forma venérea los genitales externos de los bovinos, con la consiguiente posible contaminación del semen a partir de las ulceraciones y pústulas existentes, o más comúnmente a través de secreciones prepuciales, constituyendo así una vía de contagio para las hembras, tanto en la monta natural como en la inseminación artificial (Suárez et al., 1995)

El presente trabajo se ha realizado con el objetivo de evaluar la relación existente entre el padecimiento de la enfermedad en su forma venérea y su influencia sobre la calidad seminal. Se presentan los resultados obtenidos en 21 toros estudiados.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha desarrollado en la provincia de Cáceres, durante el periodo 1997-1999. Se seleccionaron un total de 21 explotaciones agrupadas en 7 comarcas con las características generales del régimen de explotación en extensivo. Los animales estudiados (toros adultos) se encuadran dentro de las razas Limousine (n=10), Charolais (n=7), Avileña Negra-Ibérica (n=2) y Retinto (n=2).

Para la obtención de resultados con el objetivo planteado realizamos una recolección y estudio del semen de forma aleatoria entre los toros que cursaban con balanopostitis (n=12; 6 Limousine, 4 Charolais, 1 Avileño y 1 Retinto) y comparamos los resultados con las características del semen de toros sanos (n=9; 4 Limousin, 3 Charolais, 1 Avileño y 1 Retinto) en el mismo régimen de manejo y alimentación.

Para la contrastación seminal hemos seguido los procedimientos habituales en centros de Inseminación Artificial (Gosálvez y Vázquez, 1993), evaluando las características macroscópicas (volumen y color) y microscópicas (concentración espermática, número total de espermatozoides, motilidad individual, morfología, porcentaje de espermatozoides vivos y muertos).

El aislamiento del virus se realizó tras la inoculación de las suspensiones de las muestras recogidas en cultivos celulares empleándose las líneas celulares establecidas GBK o MDBK según la metodología usual descrita para el cultivo y aislamiento del virus, observándose el desarrollo de inclusiones intranucleares Cowdry tipo A Feulgen positivo en las muestras que contenían el virus de la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina. Este estudio fue realizado por los Laboratorios LDG de Barcelona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las caracteristicas macroscópicas entre los grupos estudiados nos muestran la existencia de una variación en la coloración del semen más evidente en los toros afectados por balanopostitis (Tabla 2 y 3). Esta modificación en el color estaba determinada por la presencia en el eyaculado de restos celulares, exudados y bacterias. Todo ello coincide por lo descrito por varios autores, como Harkness et al., (1984), los cuales señalan que pueden existir descargas mucopurulentas o incluso hemorrágicas por el orificio prepucial como consecuencia del padecimiento de la enfermedad.

En cuanto al volumen de los eyaculados comprobamos que no existían diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) al comparar el grupo afectado por la balanopostitis frente al grupo control

En la tabla 1 se presentan los resultados de los parámetros microscópicos determinados en los eyaculados de los animales. Cabe destacar que no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) atribuibles a la raza ni al padecimiento de la enfermedad en ninguna de las características del semen estudiadas, encontrándose todas ellas dentro del rango indicado en la bibliografía.

Aunque no hemos encontrado bibliografía acerca de la influencia del herpesvirus bovino tipo-1 en las características seminales de toros de razas cárnicas, a la vista de los resultados se puede determinar la baja acción patógena que el virus ejerce en los animales afectados tal como señala Parsonson (1964),todo ello coincidiendo con lo expresado años después por Donate (1997) quien señala que la Balanopostítis Pustular Infecciosa es considerada como un proceso relativamente leve y con pocas consecuencias patológicas, ligadas exclusivamente a la infertilidad transitoria de los bovinos afectados.

Tabla 1: Valores medios de las características de los eyaculados: volumen (V), concentración (CE), número total de espermatozoides (ET), motilidad individual (MI), número de espermatozoides anormales (EA) y número de espermatozoides muertos (EM).

Características seminales	Toros con Balanopostitis (n=12)	Toros sin Balanopostitis (n=9)	Significación
V (ml)	**6.5±1.78**	**5.5±1.42**	N.S.
CE (x 10^9)	**0.83±0.36**	**1.02±0.24**	N.S.
TE (x10^9)	**5.08±1.62**	**5.84±1.4**	N.S.
MI (%)	**78.3±7.1**	**82.2±8.3**	N.S.
EA (%)	**9.16±4.73**	**8±6.46**	N.S.
EM (%)	**15.41±3.92**	**12,5±3.9**	N.S.

N.S.=no significativo

Tabla 2: Volumen y color del semen en toros con Balanopostitis según la raza.

Nº DE TORO/RAZA	VOLUMEN (ml)	COLOR
1/Limousine	5	Blanco
2/Limousine	6	Blanco–rosáceo
3/Limousine	8	Blanco–rosáceo
4/Limousine	10	Blanco
5/Limousine	4	Blanco–rosáceo
6/Limousine	9	Blanco
7/Charolais	7	Blanco–rosáceo
8/Charolais	7	Blanco–grisáceo
9/Charolais	6	Blanco
10/Charolais	5	Blanco–rosáceo
11/Avileño	5	Blanco–grisáceo
12/Retinto	6	Blanco–grisáceo
X±DT	**6.5±1.78**	

Tabla 3: Volumen y color del semen en toros sin Balanopostitis según la raza.

Nº DE TORO/RAZA	VOLUMEN (ml)	COLOR
1/Limousine	5	Blanco
2/Limousine	7	Blanco
3/Limousine	4	Blanco
4/Limousine	4	Blanco
5/Charolais	5	Blanco
6/Charolais	8	Blanco
7/Charolais	7	Blanco
8/Avileño	5	Blanco
9/Retinto	5	Blanco
X±DT	**5.5±1.42**	

BIBLIOGRAFÍA

DONATE, J. (1997)."Profilaxis de las enfermedades víricas de la reproducción del ganado vacuno. 1º Congreso Ibérico de Reproducción Animal. Estoril (Portugal) Vol I, 178.

GONSÁLVEZ, L.F.; VÁZQUEZ, I. (1993). "Técnicas de control de la reproducción animal I: Inseminación artificial. Ed. Paper kite. Lérida (España). 17-28.

HARKNESS, J.W.; WOOD, L.; DREW, T. (1984). " Disease in cattle". Vet. Rec. 115: 283

PARSONSON, I.M. (1964) "Infectious Pustular Vulvovaginitis in dairy cattle in Victoria". Aust. Vet. J. 40:257-260.

SUÁREZ, P.; DA SILVA, N.; PRIETO, C.; CASTRO, J.M. (1995). En Rinotraqueítis Infecciosa Bovina "Aspectos epizooetiológicos y patogenia de la infección por Herpersvirus bovino tipo-1". Bovis, 64:29-40.

EL VALOR DEL ANÁLISIS SEMINAL PORCINO EN LAS CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN COMERCIAL

J. Gadea, E. Sellés, P. Tomás* y S. Ruiz
Departamento de Biología Animal (Fisiología Animal). Facultad de Veterinaria.
Universidad de Murcia. Fax: 968 364147 e-mail: jgadea@um.es
*Lo Navarro S.A. Cabezo de Torres (Murcia)

INTRODUCCIÓN

La predicción de la capacidad fecundante de los espermatozoides porcinos sería de gran interés económico para el sector, ya que permitiría utilizar en inseminación aquellos reproductores que asegurasen un buen rendimiento reproductivo. Sin embargo, hasta el momento, los intentos de relacionar los parámetros seminales y la fertilidad obtenida en inseminación artificial no han resuelto la cuestión (revisado por Amman, 1989; Hammerstedt, 1996; Johnson et al., 2000). En la mayoría de los casos se ha encontrado una correlación poco importante entre estos parámetros debido a la gran cantidad de factores que tienen efecto sobre la fertilidad. Para resolver esta cuestión se han desarrollado nuevas técnicas de análisis seminal in vitro (Johnson et al., 1996), se han realizado estudios de análisis multivariante que evalúan de forma conjunta varios parámetros seminales (Woelders, 1990) y también se han desarrollado estudios que analizan la interacción ovocito-espermatozoide como los sistemas de fecundación in vitro (Larsson y Rodriguez-Martínez, 2000).

En la mayoría de los estudios las condiciones experimentales han sido bastante diferentes de las utilizadas en las explotaciones comerciales (Holt et al., 1997; Tardif et al., 1999). El objetivo del presente trabajo es evaluar la relación entre los parámetros seminales y los resultados de fertilidad y prolificidad obtenida en condiciones comerciales e interpretar el valor que el análisis seminal tiene en la producción porcina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudió la relación entre los parámetros seminales de 145 eyaculados procedentes de 45 machos y la fertilidad resultante de su aplicación en inseminación artificial sobre un total de 938 cerdas albergadas en la misma explotación. Para ello tras la extracción seminal por el método manual se procedió a la preparación de dosis seminales y a la evaluación de la calidad seminal. En cada eyaculado se midieron los parámetros de motilidad, motilidad progresiva (0-5), estado del acrosoma (NAR) y la integridad de membrana mediante la tinción con eosina-nigrosina (EN) y los fluorocromos diacetato de carboxifluoresceína y ioduro de propidio (DCF), así como un estudio de la morfología espermática, clasificando cada una de las alteraciones morfológicas.

Cada cerda fue inseminada con una doble dosis homospérmica de 3 x 10^9 espermatozoides en un volumen de 80 ml, realizadas a las 0 y las 24 horas de realizar el diagnóstico de celo. Los datos de fertilidad y prolificidad asociados a cada eyaculado fueron obtenidos a partir del software de gestión de la explotación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fertilidad media de las cerdas estudiadas fue de 82.62%, con 9.51±0.10 lechones nacidos vivos (LNV) y 10.11±0.11 lechones nacidos totales (LNT). Los valores medios de los parámetros seminales se encuentran dentro de la normalidad y caracterizan a los eyaculados utilizados como de alta calidad seminal (Gadea et al., 1998). Sin embargo, al

intentar correlacionar estos parámetros seminales con la fertilidad y el tamaño de camada resultante, se observa como no hay ninguna relación estadísticamente significativa, salvo EN con LNT (r: 0.1658, p=0.0471). (Tabla 1). Del mismo modo no hay posibilidad de correlacionar la fertilidad de forma significativa con los parámetros seminales mediante una análisis de regresión múltiple (Tabla 2).

Tabla 1. Valores obtenidos para los diferentes parámetros seminales estudiados (media±sem) y el coeficiente de correlación lineal de Pearson con la fertilidad y el tamaño de camada.

Parámetro	Media ± sem	Fertilidad	LNV	LNT
Volumen (ml)	103.12±1.90	-0.0080	-0.0482	-0.0787
Concentración (10^4 espz/mm^3)	67.13±1.56	-0.0331	-0.0541	-0.0863
Motilidad	73.92±0.60	0.0408	0.0488	0.0995
Motilidad progresiva	3.25±0.03	0.0236	-0.0568	-0.0203
EN	83.12±0.74	0.0251	0.1000	0.1658*
NAR	95.86±0.25	-0.0240	0.0572	0.0060
DCF	82.29±0.84	-0.0025	-0.0980	-0.0679
Gotas proximales	2.21±0.25	0.0415	-0.0216	-0.0219
Gotas distales	4.64±0.38	-0.0147	-0.0901	-0.1224
Cola en Látigo	2.95±0.53	-0.0111	-0.0942	-0.0498
Cola en Ovillo	0.63±0.28	0.0479	-0.0223	-0.0268
Otras formas	0.28±0.09	-0.0475	0.0009	-0.0024
Total morfoanomalías	10.71±0.80	0.0115	-0.1164	-0.1085

* $p<0.05$

Tabla 2. Regresión logística múltiple de los parámetros seminales y la fertilidad (p=0.1163).

Variable	Coeficiente	Error Estandar	t	p
Constante	0.0010	0.9504	0.0011	0.9991
Motilidad	0.0202	0.0126	1.6053	0.1084
Gotas proximales	0.0510	0.0336	1.5187	0.1288
Otras formas	-0.0909	0.0636	-1.4285	0.1531

Las posibles causas de esta falta de relación pueden estar relacionadas con:

a. Ciertas características del semen relacionadas con la fertilidad no pueden ser valoradas con las pruebas del espermiograma. En este sentido Saacke et al. (1994) describen factores incompensables que no pueden ser compensados con la aplicación de un mayor número de espermatozoides en la dosis seminal. Estas características, como la estructura del ADN (Evenson et al., 1994), no son mensurables con el espermiograma clásico. Sin embargo, no se encuentra tampoco significación estadística con el análisis de regresión multiple, que podría reunir la información que aportan diferentes pruebas de la calidad seminal (Woelders, 1990), por lo que parece descartable la principal importancia de esta causa.

b. La utilización de un número de espermatozoides por dosis muy elevado, que compensaría cualquier factor de infertilidad asociado al macho, lo que no permitiría observar diferencias en la fertilidad motivadas por cambios en la calidad seminal, enmascarando la capacidad predictiva del análisis seminal (Woelders, 1990; Tardif et al., 1997; Johnson et al., 2000).

c. El efecto de variación asociada a la hembra, en nada relacionado con la calidad seminal y sobre el que influyen un gran número de factores (Clark et al., 1989). Parece que el efecto de la hembra alcanza una mayor importancia cuanta mejor y más homogénea es la calidad del semen que se está utilizando.

El análisis seminal por tanto dentro de un esquema de explotación comercial está cumpliendo su cometido, detectar eyaculados de baja calidad que van a tener asociada baja fertilidad. Pero la selección de las muestras lleva a que sólo las de buena calidad seminal sean utilizadas en condiciones comerciales lo que limita la varianza entre las muestras. En un trabajo previo con un menor número de eyaculados estudiados pero donde no hubo una selección previa de los mismos, se encontraron moderadas relaciones significativas para ciertos parámetros, así como en modelos multivariantes (Gadea et al., 1998).

En conclusión, el análisis seminal en condiciones comerciales actuales sirve para desechar eyaculados de baja calidad, quedando todavía sin resolver la difícil tarea de predecir la fertilidad con los datos que aporta el espermiograma clásico (Gadea et al., 1998; Gadea y Matas, 2000), para lo que es necesario desarrollar otras técnicas más complejas como la que estudia la interacción ovocito-espermatozoide (Larsson y Rodriguez-Martínez, 2000). Sin embargo, estas técnicas son costosas, necesitan de un tiempo de desarrollo largo y están lejos de las posibilidades de que se dispone en una explotación, pero pueden ser ofertadas por los centros de referencia especializados. La alternativa viable, una vez que se está llegando al máximo de calidad seminal posible, es trabajar en la mejora de los factores que afectan a la hembra tales como la sincronización del momento de la inseminación con la ovulación mediante el empleo de técnicas de ultrasonografía (Nissen et al., 1997).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amman (1989) J. Androl. 10: 89-98.
- Clark et al. (1989) Am. Vet. Med. Assoc. 194: 239-243.
- Evenson et al. (1994) Theriogenology 41: 637-651.
- Gadea et al. (1998) Anim. Reprod. Sci. 54: 95-108.
- Gadea y Matás (2000) Theriogenology 54: 1343-1357.
- Hammerstedt (1996) Anim. Reprod. Sci. 42: 77-87.
- Holt et al. (1997) J. Andrology 18: 312-323.
- Johnson et al. (1996) Reprod. Dom. Anim. 31: 37-47.
- Johnson et al. (2000) Anim. Reprod. Sci. 62: 143-172.
- Larsson y Rodríguez-Martínez (2000) Anim. Reprod. Sci. 60-61: 327-336.
- Nissen et al. (1997) Theriogenology 47: 1571-1582.
- Saacke et al. (1994) Theriogenology 41: 45-49.
- Tardif et al. (1999) Theriogenology 52: 447-459.
- Woelders (1990) 2d Intl. Conf. Deep Freezing Boar Semen. Beltsville, MD, pp. 145-164.

Este trabajo ha sido financiado por Fondos FEDER (1FD97-0501) y PROFIT (FIT-010000-2000-76).

OPTIMIZACION DE LOS PARÁMETROS DE MOTILIDAD ESPERMATICA PORCINA MEDIANTE AGRUPAMIENTO JERARQUICO

Quintero-Moreno, Armando; Rivera Del Álamo, Mª Montserrat; Rigau i Mas, Teresa y Rodríguez-Gil, Joan Enric.

Unidad de Reproducción Animal, Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona. E-08193. Bellaterra. España. E-mail: armando.quintero@uab.es , juanenrique.Rodríguez@uab.es

INTRODUCCIÓN

El análisis de semen por computadora (CASA) es un sistema basado en la captura sucesiva de imágenes que provienen de un microscopio, la digitalización de las mismas, la identificación y seguimiento de estas células en imágenes sucesivas, el establecimiento de trayectorias, el procesado matemático y finalmente la exposición de los resultados (Boyers y col., 1989, Krause, 1995; Vázquez y col., 1997). Estos resultados se reflejan en una serie de parámetros derivados del análisis del desplazamiento de dos planos de la cabeza espermática a través del tiempo. El problema radica en realizar la selección de los parámetros mas apropiados mediante el método estadístico mas correcto que pueda explicar de una mejor manera el comportamiento cinético del espermatozoide en cada una de las especies donde se utiliza esta técnica.

En función de lo anteriormente establecido, se procedió a realizar un análisis de agrupamiento jerárquico, basado en la correlación de la matriz de Covarianza de los resultados obtenidos mediante CASA de los distintos parámetros de velocidad y angularidad del espermatozoide con el fin de establecer y seleccionar las variables mas importantes que expliquen mejor la funcionalidad espermática en verracos.

MATERIALES Y METODOS

Se obtuvieron muestras seminales de 64 cerdos, cedidas por la empresa "Semen Cardona S.L.", (Cardona, Barcelona), recolectadas mediante estimulación manual del animal y procesado inmediatamente en un diluyente de larga duración (SP Veterinaria; Riudoms, Tarragona) a una concentración de 3000 x 10^6 spz./ml. y a temperatura de 35°C para ser almacenado posteriormente a 16°C. Luego, estas muestras fueron trasladadas al laboratorio de Reproducción Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona para realizar la evaluación de la motilidad mediante CASA. El equipo consta de un microscopio de contraste de fase conectado a una platina atemperada que permite mantener las muestras a 37°C, una cámara de video de alta resolución que esta conectado a una pantalla de televisión y un software (Sperm Class Analyzer V5.0, Microptic, Barcelona) que sirve para el análisis de las trayectorias espermáticas (Boyers y col., 1989).

Para seleccionar las variables que expliquen mejor las trayectorias espermática se utilizó el procedimiento VARCLUS (SAS, 1996), el cual se aplicó a las 21 variables propuestas por el análisis cinético aportado por CASA a una población compuesta por 2.574 espermatozoides. Este procedimiento realiza un agrupamiento jerárquico de variables basado en la correlación de la matriz de

covarianza. Los grupos son seleccionados al maximizar la variación estimada para cualquiera de los componentes principales o para los componentes centrales de cada grupo, por lo tanto, el procedimiento VARCLUS puede ser usado para reducir el número de variables que explican algún fenómeno (SAS, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Agrupamiento jerárquico de las variables bajo estudio.

Agrupamiento	Variable o Parámetro	R^2 con Dentro del grupo(PG)	R^2 con El grupo más cercano (PC)	Proporción $(1- R^2_{pr} /1-R^2_{pc})$
Grupo 1	VSL *	0.8606	0.3760	0.2235
	VAP *	0.9395	0.5861	0.1461
	AV	0.8807	0.5902	0.2910
	H-Y	0.6039	0.1876	0.4876
Grupo 2	LIN *	0.8682	0.2253	0.1701
	STR	0.5060	0.1688	0.5943
	WOB *	0.8907	0.2920	0.1544
	AI	0.7524	0.3650	0.3899
	MADABS	0.7045	0.0654	0.3162
	MADALG	0.3352	0.1191	0.7547
	BCF	0.2211	0.0728	0.8400
Grupo 3	ALHMED *	0.9293	0.4029	0.1184
	ALHMAX	0.8697	0.3253	0.1931
	DNC *	0.9008	0.5158	0.2048
	DNM	0.4612	0.1917	0.6665
	HHI	0.5858	0.3956	0.6854
Grupo 4	HLO *	0.8270	0.0472	0.1816
	HME	0.8270	0.3473	0.2651
Grupo 5	VCL	0.7411	0.5977	0.6437
	HHMX	0.7527	0.2708	0.3391
	HBS *	0.8313	0.3609	0.2640

* Variables seleccionadas.
VSL: Velocidad rectilínea, VAP: Velocidad lineal, AV: velocidad angular media, H-Y: Amplitud del armónico, LIN: Índice de linealidad, STR: Índice de rectitud, WOB: Índice de oscilación, AI: Índice de angularidad, MADABS: Desplazamiento angular medio absoluto; MADALG: Desplazamiento angular medio algebraico, BCF: Frecuencia de batida, ALHMED: Amplitud media del desplazamiento lateral, ALHMAX: DNC: Dance, DNM: Dance medio, HHI: Mayor oscilación armónica de la cabeza HLO: Menor oscilación armónica de la cabeza, HME: Oscilación media de la cabeza, VCL: Velocidad curvilínea, HHMX: Máxima amplitud de la oscilación de la cabeza, HBS: Armónico básico de la oscilación de la cabeza.

El agrupamiento jerárquico en 5 grupos estiman el 72.8 % de la variación total. En forma general, el procedimiento propone seleccionar las variables que posean un R^2 elevado dentro de su propio grupo (1: PG), un R^2 bajo con su grupo mas cercano (2: PC) y una relación proporcional baja entre los grupos (3: $1- R^2_{pr} /1-1R^2_{pc}$), lo cual indica un buen agrupamiento; pero debido a la dificultad de realizar la

clasificación en función de estas 3 propiedades, se realizó en función de la 1ra y la 3ra, las cuales se consideran mas relevantes. Tomando esto en cuenta, se procedió a seleccionar las variables VAP y/o VSL, WOB y/o LIN, ALHMED y/o DNC, HLO y HBS respectivamente en cada uno de los 5 grupos. La variable BCF presenta grados de correlación muy bajos con todos los parámetros aportados por CASA, lo cual fue constatado en un análisis de correlación previo, por lo tanto, se tomó esto en cuenta al momento de realizar la selección y considerar su importancia como herramienta de predicción. La mayoría de las investigaciones revisadas, utilizan la selección mediante un criterio netamente biológico, y no hacen esta selección sometiendo los datos a s distintos análisis multivariantes que aportan los paquetes estadísticos. En contraste, Abaigar y col. (1999) investigando subpoblaciones espermáticas en Cerdo y Gacela sugirieron utilizar la VCL, VAP, VSL, ALH, BCF, LIN y STR como los descriptores del movimiento espermático, utilizando como procedimiento de selección el SAHN-UPGMA del paquete estadístico PATN diseñado por el CSIRO para analizar poblaciones mediante análisis multivariante (Belbin y col.,1993). Como se puede observar, esta selección aportó 5 parámetros de velocidad, 1 de angularidad y 1 de oscilación de la cabeza. Las variables seleccionadas por el procedimiento VARCLUS en este trabajo, corresponde a un agrupamiento más equitativo de los índices de velocidad, angularidad y parámetros de oscilación de la cabeza. Sin embargo, es muy difícil determinar la metodología estadística mas exacta y que expliquen de un mejor modo las distintas trayectorias trazadas por un espermatozoide, ya que, a excepción de la BCF y HLO, casi todos estos parámetros presentan una media a elevada correlación, en virtud de que son productos, cocientes y/o relaciones porcentuales derivados de las relaciones entre estos parámetros. Se recomienda evaluar la fertilidad del semen y realizar ecuaciones predictivas en función de estos parámetros citados, para así establecer cual o cuales de estas trayectorias valoran mejor la calidad seminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abaigar, T.; Holt, W.; Harrison, R.; Del Barrio, G. 1999. Sperm Subpopulation in boar (Sus scrofa) and Gazelle (Gazella dama mhorr) Semen as Revealed by Pattern Analysis of Computer-Assisted Motility Assessments. Biology of Reproduction 60:32.

Belbin, L. 1993. Pattern Analysis Package, Software Division of Wildlife and Ecology. Camberra/Australia: CSIRO.

Boyers, S. P.; Davis, R.; Katz, DF. 1989. Automated Semen Analysis. Curr. Probl. Obstet. Gynecol. Fertil, 12:172-200.

Krause, W. 1995. The significance of computer-assisted semen analysis (CASA) for diagnosis in Andrology and fertility prognosis. Hum. Reprod., Vol. 10. 1: 60-66.

SAS. SAS/STAC Software: SAS Inst. Inc.; Carry, NC. USA., 1996.

Vázquez, J. M.; Martínez, E. A.; Roca, J., Blanco, O.; Lucas, X.; Matas, C. 1997. Utilización del analizador de imágenes para la evaluación de la motilidad de los espermatozoides de verraco. IV Simposium Internacional de Reproducción e I.A. Porcina. Madrid, p. 83-90.

EFECTO DEL FOTOPERÍODO SOBRE LA MOTILIDAD ESPERMÁTICA DE SEMEN DE VERRACOS DESTINADOS A INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Rivera del Alamo, Mª Montserrat; Palomo Peiró, Mª Jesús; Quintero-Moreno, Armando; Rigau i Mas, Teresa; Rodríguez-Gil, Joan Enric.

Unidad de Reproducción, Departamento de Medicina y Cirugía Animales, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Una buena calidad seminal es fundamental en cualquier programa de reproducción. Sin embargo, ésta no se mantiene siempre constante, sino que existen numerosos factores, tanto fisiológicos como ambientales, que pueden alterar sus características (1). Dentro de los factores fisiológicos podemos encontrar la edad, la raza o el estado de salud del animal. Dentro de los ambientales encontramos la estación del año, la luz, la temperatura, la frecuencia de extracción, el medio social o la nutrición.

Centrándonos en el efecto de la luz, existen numerosos estudios que valoran el efecto del fotoperiodo sobre diversos aspectos reproductivos como son la producción espermática, la entrada en pubertad, la espermatogénesis o los cambios endocrinos. Sin embargo, no ocurre lo mismo en el caso de la calidad del eyaculado en sí. Teniendo en cuenta este hecho, el presente estudio aborda el efecto del fotoperiodo sobre uno de los principales parámetros de calidad seminal porcina, la motilidad espermática, utilizando para ello verracos sometidos a diferentes regímenes lumínicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a término a partir de muestras seminales de 64 verracos pertenecientes a la empresa Semen Cardona S.L. (Cardona, Barcelona). Éstas se obtenían mediante estimulación manual de los machos y se diluían inmediatamente con un diluyente de larga duración (SP Veterinaria, Riudoms, Tarragona). Las condiciones de alimentación, temperatura, estabulación, y frecuencia de extracción eran las mismas para todos ellos. Únicamente se varió el régimen lumínico al que estaban sometidos. La mitad de los animales se mantuvieron con luz natural durante todo el estudio, mientras que la otra mitad fue con luz artificial.

Se establecieron dos periodos cronológicos de estudio. En el primer periodo, los verracos del grupo de luz natural estaban sometidos a un fotoperiodo de días crecientes; mientras que los del grupo de luz artificial disponían de un total de 9 horas de luz diarias continuas. En el segundo periodo, los verracos del grupo de luz natural estaban sometidos a un fotoperiodo de días decrecientes; mientras que los del grupo de luz artificial disponían de un total de 16 horas de luz diarias continuas.

La motilidad de las muestras se evaluó mediante un sistema informatizado. El equipo constaba de un microscopio de contraste de fase conectado a una platina calentable que permitía mantener las muestra a 37ºC. Al mismo tiempo, tenía incorporada una cámara de vídeo de alta resolución. Todo el sistema de microscopía y cámara estaba conectado a una pantalla de televisión, así como el software que se utilizaba para el análisis (Sperm Class Analyzer V5.0, Microptic, Barcelona).

Antes de estudiar los resultados en sí, se realizó un análisis jerárquico de conglomerados por correlaciones sucesivas, empleando para ello el procedimiento VARCLUS incluido en el paquete estadístico SAS (SAS, Institute Inc., Gary, U.S.A.).

Siguiendo estos resultados, los parámetros escogidos para realizar el estudio de la motilidad fueron:

- Velocidad curvilínea (VCL): Distancia recorrida por el espermatozoide a lo largo de su trayectoria real en función del tiempo (Unidades: μm/s).
- Velocidad lineal (VAP): Distancia recorrida por el espermatozoide a lo largo de su trayectoria media (Unidades: μm/s).
- Índice de rectitud (STR): Relación porcentual entre la velocidad rectilínea y la velocidad lineal (%).
- Índice de oscilación (WOB): Relación porcentual entre la velocidad lineal y la velocidad curvilínea (%).
- Dance (DNC): Producto de la velocidad curvilínea por la amplitud media de desplazamiento lateral de la cabeza (Unidades: $\mu m^2/s$).
- Frecuencia de batido de la cabeza (BCF): Frecuencia con la que la trayectoria curvilínea atraviesa la trayectoria media en función del tiempo (Unidades: Hz):
- Menor oscilación armónica de la cabeza (HLO): Menor valor de la amplitud de la trayectoria curvilínea respecto a la trayectoria media (Unidades: μm).

Teniendo en cuenta estos parámetros, el análisis de motilidad se realizó siguiendo dos vertientes. Por un lado se evaluaron los resultados de las medias y, por otro, la distribución de toda la población espermática en dependencia de dos parámetros de motilidad simultáneos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del fotoperiodo sobre los resultados medios de motilidad

De todas las variables analizadas, las que mostraron cambios más importantes fueron la VCL (Fig.1), la VAP (datos no mostrados) y el DNC (datos no mostrados). En nuestro estudio observamos que los espermatozoides del grupo de luz artificial de 16 horas y el de luz natural de días decrecientes presentaban un movimiento más rápido.

Efecto del fotoperiodo sobre los resultados de distribución espermática

Las variables que mostraron diferencias estadísticas más importantes fueron nuevamente la VCL (datos no mostrados), la VAP (datos no mostrados) y la DNC (datos no mostrados). Sin embargo, también se observaron cambios significativos, aunque más leves, en el STR (datos no mostrados) y el WOB (datos no mostrados). Según nuestros resultados, los espermatozoides del grupo de luz artificial de 16 horas y el de luz natural de días decrecientes presentaban un movimiento más rápido y menos rectilíneo.

La motilidad es un parámetro que refleja la fisiología reproductiva del espermatozoide y se le ha dado mucha importancia en términos cualitativos, considerando de mayor calidad aquel semen con más porcentaje de espermatozoides mótiles, si bien existen discrepancias respecto a una posible correlación entre motilidad y fertilidad (2-4).

Según nuestros resultados, podemos afirmar que la luz sí afecta, aunque de manera sutil, a la motilidad seminal del verraco. Éstos parecen indicar que los fotoperiodos en los que se observa una mejor calidad seminal son los de luz artificial de

16 horas y luz natural de días decrecientes. Sin embargo, no podemos profundizar más en las conclusiones sin un estudio exhaustivo de la fertilidad "in vivo".

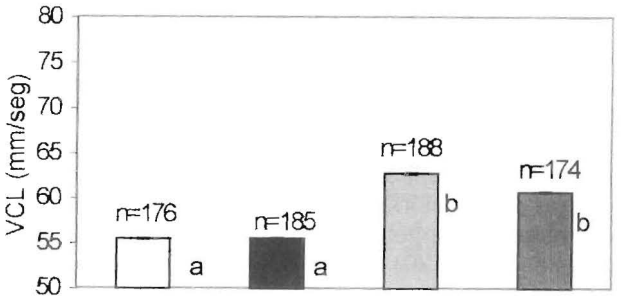


Figura 1. Gráfica correspondiente a los valores medios de VCL. Cada una de las columnas corresponde a un grupo experimental. Los resultados están representados en forma de medias ± SEM. Los grupos marcados con letras diferentes presentan diferencias significativas entre ellos (P<0'005). La columna de color blanco corresponde al grupo de luz artificial de 9 horas. La columna de color negro corresponde al grupo de luz natural de días crecientes. La columna de color gris corresponde al grupo de luz artificial de 16 horas. La columna de rallas corresponde al grupo de luz natural de días decrecientes.

BIBLIOGRAFIA

1. Colebrander, B.; Kemp, B.; 1990. Factors influencing semen quality in pigs. Journal of Reproduction and Fertility, 40, 105-115.
2. Flowers, W.L.; 1997. Management of boars for efficient semen productions. Journal of Reproduction and Fertility Supplement, 52, 67-78.
3. Lindorf, E.; Glover, F.A.; Bishop, C.; Stewart, D.L.; 1976. The relationship between semen evaluation methods and fertility in the bull. Journal of Reproduction fertility, 47, 283-291.
4. Sánchez, R.; 1991. Control de calidad espermática. Anaporc, 104, 27-33.

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO A -80ºC Y DE LA TEMPERATURA DE DESCONGELACION SOBRE DOSIS ESPERMÁTICAS PORCINAS DE BAJA CALIDAD.

Valdelvira J.J.[1]; Vidal A.[2]; Alonso J.[1]; Gosálvez L.F.[1]

[1]Departamento de Producción animal. Universidad de Lleida, Av. Rovira Roure, 177. 25198-Lleida.

[2]Diputación de Lleida. C/ Carme, 26. 25007 – Lleida. España

INTRODUCCION

Uno de los retos actuales de la I.A. porcina es la utilización de semen congelado a nivel industrial, que en estos momentos, debido a su alto coste, solo se emplea a nivel experimental (3). Aunque ya hay autores que indican que se pueden conseguir resultados similares a los obtenidos con dosis en fresco (15ºC)(7). Uno de los obstáculos a salvar es el elevado número de espermatozoides con acrosoma lesionado que causa la congelación, debido a que esta es la región más sensible de la célula y el primer lugar donde el frío produce daños (19). Las lesiones sufridas se derivan tanto del enfriamiento, congelación y descongelación (13), como del tiempo de almacenamiento de las dosis (20). Por lo que la temperatura de descongelación es un parámetro crucial (18, 5).

La temperatura de conservación empleada ha sido tradicionalmente –196ºC, utilizando el nitrógeno líquido por sus ventajas económicas y de manejo de las muestras, tanto en laboratorio como en campo, así como su alto grado de efectividad en otras especies (14,2). No obstante el empleo de -80ºC como alternativa al nitrógeno líquido ya se apuntaba como no descartable desde hace mucho tiempo (15, 11).

Distintos autores muestran que el deterioro del espermatozoide se produce en gran medida durante la descongelación (4, 3) siendo el acrosoma la región más sensible de la célula y el primer lugar por donde el frío produce lesiones, (19). El ánimo del presente estudio es evaluar la influencia del tiempo de conservación y temperatura de descongelación sobre la movilidad y la acrosomía en muestras seminales porcinas de baja calidad inicial (15ºC).

MATERIAL Y METODOS

En el presente trabajo se han estudiado 15 muestras de semen heterospérmico procedentes de verracos, aleatoriamente elegidos, de genética PIC 411, con una edad entre 8 y 28 meses, testados periódicamente y alojados en condiciones estándar en un centro de I.A.

Las muestras de semen venían presentada en blister de 80 ml, almacenándose en un frigorífico entre 15-18ºC. El trabajo comenzaba a las 24 horas de la producción de las dosis, observándose la movilidad y calidad del movimiento. Posteriormente se centrifugaban a 1500 r.p.m. durante 10 minutos, eliminando el sobrenadante y quedando un sedimento de células espermáticas (pellet), de un volumen aproximado de 2,5 ml. Al pellet se le agregaban 2,5 ml de diluyente L-Y, (lactosa, 11%; yema de huevo, 20%) agitando suavemente con el fin de conseguir una solución homogénea. Después se bajaba la temperatura de 15ºC a 5ºC en 1,5 horas. Una vez alcanzada la temperatura de 5ºC se añadían 5 ml de crioprotector L-Y-G-OEP, (lactosa-yema, 95%; glicerol, 4%; OEP, 1%), agitando suavemente para homogeneizar. Posteriormente se envasaban las dosis en pajuelas plásticas de 0,5 ml las cuales se sometían a congelación en vapores de nitrógeno, momento en el que se procedía a la introducirlas en el congelador de -80ºC donde se conservaban.

La descongelación se realizó en intervalos de tiempo comprendidos entre 3, 10 y 30 días. Se emplearon 3 temperaturas y 3 tiempos distintos de descongelación; a

22°C, y 40 segundos; a 42°C y 20 segundos; a 50°C y 10 segundos. Para el estudio de la movilidad masal y de la acrosomia se ha seguido la técnica descrita por Sánchez (1991).

El estudio estadístico se ha realizado mediante un glm con el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la movilidad tras descongelar las muestras. En ella vemos que la mayor movilidad se produce a temperaturas de descongelación de 42°C (25,1% ± 1,2), comparando estos valores con 22°C (21,4% ± 1,3), y con 50°C (23,8% ± 1,5), siendo estos porcentajes menores al 50% conseguido por Hofmo y Almlid, (1991) y Watson, (1995). Aunque hay que tener en cuenta que nuestro material de partida era semen de baja calidad, con una movilidad, a 15°C, del 70%. En cuanto a la relación entre movilidad y tiempo de almacenamiento, la tendencia observada es que existe una relación inversa entre ambos sistemas, aunque sin significación estadística. Esto difiere de lo hallado por Kojima et al., (1971), que indica que a partir de una hora de conservación se equipara la movilidad postcongelación con la movilidad en fresco (15°C).

En la Tabla 2 se observa como el mayor número de acrosomas normales (NAR) se obtienen para las temperaturas de descongelación de 42°C y 50°C (32,6% ± 1,6), no apareciendo diferencias significativas entre estos dos resultados. Diversos autores consiguieron un valor de NAR superior al hallado en este estudio, (12, 8, 21), en el que hemos empleado dosis espermáticas de baja calidad a 15°C, con un NAR del 80%. La temperatura de descongelación de 22°C ha resultado ser la peor de las tres. La relación entre NAR y tiempo de almacenamiento es similar a la hallada para la movilidad, obteniéndose el mejor para el día 3 de almacenamiento. Al desaparecer las diferencias estadísticas entre el día 10 y 30, se puede deducir que las lesiones se producen entre los días 3 y 10 de conservación, afectando a los acrosomas más sensibles a la congelación. Esta tendencia no ha sido hallada por otros autores a –196°C, (1,10). Lo que parece indicar que la temperatura de –80°C es únicamente aconsejable para mantenimiento de dosis a corto plazo.

La temperatura de descongelación influye marcadamente en el resultado del proceso, además, comparando con lo hallado por nosotros, trabajando con semen de alta calidad (6), vemos que la calidad de la muestra de partida influye en los resultados de la congelación, al producirse un porcentaje más elevado de lesiones. Por otro lado indicar que la conservación de dosis a –80°C es una posible solución para el almacenamiento de dosis en centros de inseminación durante cortos periodos de tiempo.

Es necesario realizar más investigación en este campo, estudiando más animales así como realizando inseminaciones, con el fin de ver la viabilidad "in vivo" de estas muestras.

BIBLIOGRAFIA

1 Almlid T., Stavne S.E., Johnson L.A., 1987. Zuchthygiene, 22 (5), 193 – 202.
2 Bwanga C.O., de Bragança M.M., Einarson S., Rodriguez – Martinez H., 1990. J.Vet.Med.A. 37 (9), 651-658.
3 Bwanga C.O., 1991. Act. vet. Scand. 32, 431 - 453.
4 Courtens J.L., Paquignon M.,1985. Int. Congress on Animal Reproduction. Uppsala, Sweden.
5 Eriksson B.M., Rodriguez-Martinez H., 2000. Anim. Reprod. Sci. 63, 205-220.
6 Gosálvez L.F., Valdelvira J.,Vidal A., Boira D., 1999. IX Int. Cong. de Zootec. Oporto (Portugal).

7 Gil J., Jiménez M., Díaz C., Sánchez R., Martín S.,1996.Rep. Dom. Anim. 31(1), 289-290.
8 Hofmo P.O. and Almlid T., 1991.Boar semen preservation II, Maryland, USA. 1990. 19-121.
9 Kojima Y., Bamba K., Lida I., 1971. Bulletin Faculty Agriculture Shizuoka University. 21, 39-41.
10 Kuo Y.H., 1984. Journal of the Agricultural Association of China., 128, 53-56.
11 Larsson K., Einarsson S., Bane A., Swensson T., 1977. Research and development on deep freezing of boar semen. Haallsta, Sweden.
12 Larsson K., 1985.International Congress on Animal Reproduction. Uppsala, Sweden
13 Morris G.J., Watson P.F., 1984. Cryoletters. 5, 352 - 372.
14 Polge C.,1956.The Veterinary Record. 68, 62-76.
15 Pursel V.G., Johnson L.A., 1975. J. Anim. Sci. 40(1), 99-102.
16 Sánchez R., 1991. Control de calidad espermática. Anaporc. 104, 27-33.
17 S.A.S., 1999. SAS Inst. Inc. USA.
18 Thilmant T., 1998. 10th Meeting 28 – 30 October. Bruges. Belgium.
19 Watson P. F., Plummer J. M., 1985. Cong. Deep Freezen of Boar Semen, 113-127. Uppsala.
20 Watson,P.F. 2000. Animal Reproduction Science. 60-61, 481- 492.
21 Watson P.F., 1995. Reprod. Fertil. Dev.(7). 871–869.

	22 °C	42 °C	50 °C	
3 Días	23.6 ± 3.1	26.7 ± 1.6	25.3 ± 3.3	25.2 ± 1.6
10 Días	21.3 ± 2.1	24.6 ± 2.1	23.3 ± 1.9	23.3 ± 1.2
30 Días	19.3 ± 1.8	24.0 ± 2.3	22.7 ± 2.5	22.0 ± 1.3
	21.4 ± 1.3	25.1 ± 1.2	23.8 ± 1.5	

Tabla 1 : Valores medios de **movilidad**, de los cruces y globales, de cada nivel de los factores,Tiempo de conservación y T^a de descongelación (media ± SEM) para muestras conservadas a – 80 °C.

	22 °C	42 °C	50 °C	
3 Días	31.5 ± 2.4	35.6 ± 3.0	35.6 ± 3.4	34.2 ± 1.7^a
10 Días	27.0 ± 2.0	29.7 ± 2.5	31.3 ± 2.4	29.3 ± 1.3^b
30 Días	26.1 ± 2.3	32.6 ± 2.7	30.8 ± 2.3	29.8 ± 1.4^b
	28.2 ± 1.3^b	32.6 ± 1.6^a	32.6 ± 1.6^a	

Tabla 2 : Valores medios de **NAR**, de los cruces y globales, de cada nivel de los factores, Tiempo de conservación y T^a de descongelación (media ± SEM) para muestras conservadas a – 80 °C.

Medias globales seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes, a,b, ($p<0.05$).

PESO CORPORAL, CIRCUNFERENCIA ESCROTAL Y CARACTERÍSTICAS SEMINALES A LA PUBERTAD EN OVINOS WEST AFRICAN Y WEST AFRICAN x BERGAMASCA SUPLEMENTADOS EN UNA ZONA TROPICAL.

Rodríguez-Urbina, M. ; Madrid-Bury, N. y González-Stagnaro, C.
Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apto. 15205. Maracaibo. Venezuela. e-mail: mariale00ve@yahoo.com; nmadrid@inia.es.

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones ovinas en Venezuela se caracterizan por mantener machos ovinos mestizos a los cuales se les da escasa importancia dentro del manejo nutricional del rebaño durante su etapa de crecimiento. Estas explotaciones son desarrolladas principalmente en ecosistemas semiáridos bajo pastoreo, en los cuales la oferta forrajera se ve afectada por la presencia de las lluvias de acuerdo a la época del año. Es mínima la información disponible sobre las características reproductivas de los ovinos machos West African x Bergamasca, genotipo que se ha venido manejando como una alternativa para aumentar la producción de carne ovina en el país. Este trabajo busca conocer las características fisiológicas asociadas con la pubertad, con el fin de planificar las prácticas de manejo, lograr una mayor presión de selección y mejorar la productividad en los rebaños ovinos criados en ambientes difíciles.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en una finca de la empresa Palmichal, ubicada en el estado Zulia. Se trabajó con 20 corderos, 10 West African (WA) y 10 mestizos West African x Bergamasca (WAxBM), en una zona árida, caracterizada por temperatura promedio anual de 28ºC, precipitación entre 500 y 600 mm/año y evaporación media anual de 1662 mm. Los corderos se dividieron en 2 grupos de 10 corderos cada uno (5 WA y 5 WAxBM). Al grupo I se le suministró un suplemento con 24,1 % de proteína cruda (bloque nutricional) ad libitum; el grupo II no recibió suplemento alguno. Los corderos pastoreaban de 5 a 6 horas diarias en las mañanas, en potreros de pasto estrella *Cynodon nlenfluensis* y pasto buffel *Cenchrus ciliaris*. Luego permanecían en los corrales donde se les suministraba el suplemento y heno de acuerdo a la disponibilidad de la época y de la finca. Las evaluaciones se realizaron mensualmente durante 8 meses desde el momento del destete de los corderos. Se evaluó el peso corporal (PP), la circunferencia escrotal (CE) y la edad (EP) a la pubertad y el desprendimiento del prepucio (DP). A partir del momento del desprendimiento del prepucio se realizó la colección de semen mediante vagina artificial. Las muestras de semen colectadas se evaluaron por concentración espermática (CONC x 10^6/ml), motilidad masal (MM) e individual (MI) y porcentaje de anomalías espermáticas (%ANORM) La pubertad se definió como el momento en que el cordero emitiera un eyaculado con una concentración de 50 x 10^6 espermatozoides, con al menos 10% de motilidad progresiva individual (6). Los datos se estudiaron a través del análisis de varianza covarianza y se analizaron con el procedimiento glm del SAS.

RESULTADOS Y DISCUSION

El desprendimiento del prepucio (DP) se observó a edades que variaron entre 9,5 y 11,2 meses, al alcanzar un peso corporal entre 19,1 y 21,9kg y CE de 18,6 a 20,0cm. Se obtuvieron diferencias entre tratamientos para edad de DP con valores promedios de 9,7 meses y de 10,7 meses para el grupo I y II respectivamente ($P<0,05$).

Estos resultados contrastan con los reportados para corderos West African en los cuales la edad del DP varió entre 4 y 7 meses (2), aunque coinciden en el peso, y para corderos mestizos WA con DP entre 6 y 7 meses de edad y peso de 15 y 16 kg, lo que confirma que el desarrollo sexual se encuentra gran parte influenciado por la tasa de crecimiento (5).

En el Cuadro 1 se presenta el PP, EP, CE y las características seminales a la pubertad. Se observaron diferencias entre tratamientos para la EP y PP y entre grupos raciales para la EP, PP y CE ($P<0,05$); estos datos demuestran que los corderos WA llegaron a la pubertad a menor edad y con menor peso, aunque con mayor CE que los mestizos WAxBM. La diferencia en cuanto a la EP y PP entre los dos grupos raciales indican las ventajas del mestizo WAxBM, el cual muestra mayor desarrollo corporal al ser producto del cruce de una raza especializada en producción de carne. Con respecto a la mayor CE de los WA, se ha señalado que el tamaño testicular esta influenciado por la raza, siendo razonable que los carneros WA desarrollen testículos más grandes que los mestizos WaxBM (3).

Cuadro 1. Edad (EP), Peso (PP) y Circunferencia escrotal (CE) a la pubertad de ovinos West African (WA) y West African x Bergamasca (WAxBM). (Promedios ± DE).

	Grupo I		Grupo II	
Pubertad	**WA**	**WA x BM**	**WA**	**WA x BM**
EP (meses)	11,3 ± 0,5 [a]	11,9 ± 1,0 [b]	12,0 ± 0,8 [b]	13,3 ± 0,5 [c]
PP (kg)	24,2 ± 0,7 [a]	26,8 ± 0,3 [b]	22,9 ± 0,8 [c]	24,1 ± 1,1 [a]
CE (cm)	24,0 ± 1,4 [a]	22,3 ± 0,6 [b]	23,0 ± 0,7 [ab]	21,8 ± 0,6 [b]

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($P< 0,05$)

Los corderos WA presentaron mayor CE y MI y produjeron más espermatozoides ($P<0,01$) que los WAxBM, confirmando lo señalado previamente (1, 4) que los animales con testículos grandes producen eyaculados con mayor concentración espermática (Cuadro 2).

Los corderos del grupo I suplementados, alcanzaron la pubertad a menor edad, con mayor peso y con mayor circunferencia escrotal en comparación a los del grupo II (Figura 1), lo que indica que el uso del suplemento mejoraron estos parámetros al momento de la pubertad, superando incluso el hecho que los borregos estuvieron sometidos a estrés nutricional durante los primeros meses de vida, al haber nacido al comienzo de la época seca.

En conclusión, se destaca una pubertad más temprana y con mayor circunferencia escrotal en los borregos West African, aunque es evidente el mayor peso alcanzado por los mestizos. La alimentación suplementaria permite adelantar la edad de pubertad en borregos, acompañada de mayores pesos y circunferencia escrotal

Cuadro 2. Circunferencia escrotal (CE), concentración espermática (Conc), motilidad individual (MI), motilidad masal (MM) y anomalías espermáticas (ANOR) a la pubertad de ovinos West African (WA) Y West African x Bergamasca (WAxBM). (Promedios ± DE).

	Grupo I		Grupo II	
Pubertad	**WA**	**WA x BM**	**WA**	**WA x BM**
CE (cm)	24,0 ± 1,4 ^{a}	22,3 ± 0,6 ^{b}	23,0 ± 0,7 ^{ab}	21,8 ± 0,6 ^{b}
CONC (epzx10^{6}/ml)	422,5 ± 165,2 ^{a}	165,4 ± 60,4^{b}	341,5 ± 98,0^{a}	158,6 ± 62,6^{b}
MI (%)	19,9 ± 8,1$^{a\,b}$	15,0 ± 5,7^{b}	27,4 ± 5,0^{a}	12,5 ± 5,0^{b}
MM	1,6 ± 0,2 ^{a}	1,6 ± 0,2^{a}	1,9 ± 0,4^{a}	1,6 ± 0,2^{a}
ANOR (%)	73,3 ± 12,1^{a}	72,6 ± 12,9^{a}	62,0 ± 9,4^{a}	66,2 ± 5,1^{a}

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas. (P<0,01).

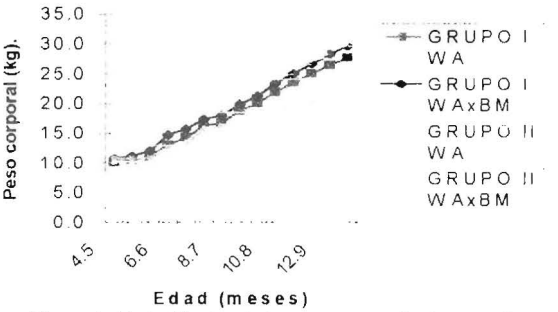


Figura 1. Variación de edad y peso promedio durante el crecimiento de borregos West African y West African x Bergamasca.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Carmenate, C., P. Gamicik, J. Hernández. 1982. Influencia de algunos factores climáticos sobre las características físicas y morfológicas del semen ovino. Rev. Cub. Rep. Anim. 8: 17-22.

2. Fuenmayor, C., M. Martínez, A. Valle, A. Fuentes, H. Quintana y C. Regueiro. 1990. Observaciones sobre el desarrollo testicular y desprendimiento del prepucio en corderos West African, Barbados y Persa Cabeza Negra. Zoot. Trop. 8 (1,2): 73-84.

3. Madrid-Bury, N.1997. Características reproductivas de carneros West African en América Latina. Ovis. 48: 27 – 34.

4. Madrid–Bury, N., C. González-Stagnaro, J. Aranguren, M. Rodríguez, R. López, J. Goicochea, G. Alfani y A. Delpino. 1993. Desarrollo corporal y testicular en ovinos mestizos West African. Rev. Fac. Agron.(LUZ). 10 (1): 97.

5. Quintero-Moreno, A., S. Miranda, R. López, D. Dean, N. Madrid-Bury, J. Boscán, A. González y R. Palomares. 1999. Peso, circunferencia escrotal, desprendimiento prepucial y niveles de testosterona sérica en corderos mestizos West African suplementados con tres fuentes de minerales. ITEA. Vol Extra 20 Nº 2: 597-599.

6. Wolf, S., J. O. Almquist and E.B. Hale. 1965. Prepubertal behabiour and puberal characteristics of beef bulls on high nutrients allowances. J. Anim. Sci. 24: 761-765.

Trabajo patrocinado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-LUZ. Proy. Nº 1457-98

INFLUENCIA DE LA ESTACIONALIDAD EN LA COMPOSICIÓN DEL PLASMA SEMINAL OVINO

B. Barrios, R. Pérez-Pé ,T. Muiño-Blanco, y J.A. Cebrián Pérez
Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza

INTRODUCCIÓN

El plasma seminal ovino realiza un importante papel en el mantenimiento del espermatozoide a través de procesos hormonales y enzimáticos, y de modificaciones de su superficie celular. Resultados previos demuestran que la adsorción de proteínas del plasma seminal sobre la superficie espermática, recupera parcialmente las características funcionales de espermatozoides dañados por frío, reproduciendo las de las células vivas (1), (2), (3).

En el presente trabajo se investiga la hipótesis de que las diferencias estacionales en el plasma seminal pueden afectar a su capacidad para recuperar la integridad de membrana de espermatozoides sometidos a choque térmico. Se analizó el efecto de las proteínas del plasma seminal ovino obtenidas en la época reproductiva (PPSER), y no reproductiva (PPSENR) sobre espermatozoides dañados por frío, mediante distribución en contracorriente con centrifugación (CCCD) en un sistema bifásico, en ambas estaciones. Asimismo, se estudió la variación del perfil obtenido tras cromatografía en filtración en gel de las proteínas del plasma seminal de cada uno de los meses del año, analizando la variación en el contenido de aquellas fracciones que demostraron capacidad reversora del daño por choque térmico. (4).

MATERIAL Y MÉTODOS

La obtención de las muestras de semen ovino, la eliminación del plasma seminal mediante Swim-up-Dx (5), el tratamiento de las células por choque térmico, la evaluación de la integridad de membrana, la obtención de las proteínas del plasma seminal, así como los análisis mediante CCCD y los estudios comparativos de composición proteica por geles PAGE-SDS, se llevaron a cabo según se indica en el artículo de Pérez-Pé et al.(6).

La separación de las fracciones proteicas mediante cromatografía de gel-filtración en Sephacryl-100, así como el posterior procesamiento de las mismas y los estudios de reversión del daño térmico, se realizaron tal y como se ha publicado recientemente (4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El daño del choque térmico disminuyó en gran medida la viabilidad de los espermatozoides seleccionados por swim-up, en ambos períodos reproductivos, alcanzando valores de aproximadamente un 20%.

Se analizó mediante CCCD el efecto de las proteínas del plasma seminal sobre espermatozoides dañados por frío. Se adicionó PPSER, en época reproductiva para la especie ovina (fotoperíodo decreciente, meses de Septiembre a Enero) y PPSENR en la época no reproductiva (fotoperíodo creciente, meses de Febrero a Agosto). La pérdida de heterogeneidad y viabilidad que se observó en los experimentos de CCCD, revirtió al añadir cantidades crecientes de PPSER, ya que indujeron una restauración de las características de la superficie espermática, aumentando la proporción de espermatozoides con membrana íntegra. Sin embargo, este efecto restaurador fue mucho menos apreciable al añadir a los espermatozoides sometidos a daño térmico PPSENR, incluso utilizando una concentración 6 veces superior que en el caso anterior.

Los experimentos realizados en ambas épocas (reproductiva y no reproductiva) con ambas clases de proteínas (PPSER y PPSENR), mostraron que el

efecto recuperador está relacionado con el período estacional de las proteínas aisladas del plasma seminal, más que con la estación de la muestra espermática sobre la que se estudia su efecto.

En la Tabla 1 se muestra como la adición de PPSER a células dañadas por choque térmico produjo cerca de un 50% de reversión del daño sobre la membrana en muestras de ambas estaciones reproductivas. Sin embargo, la recuperación obtenida al añadir PPSENR fue considerablemente menor, sobre espermatozoides de ambas épocas.

Tabla 1. Efecto de la adición de PPSER y PPSENR sobre la integridad de la membraba espermática de eyaculados de ambas estaciones.

	% Reversión			
	Espermatozoides de época reproductiva		Espermatozoides de época no reproductiva	
PPS (µg)	PPSER	PPSENR	PPSER	PPSNER
700	49.51 ± 8.57^{a} (5)	18.28 ± 6.85^{b} (4)	35.92 ± 3.73^{c} (4)	18.01 ± 2.47^{d} (4)
1400	46.67 ± 9.25^{a} (6)	20.66 ± 3.73^{b} (5)	52.27 ± 15.9^{a} (7)	8.49 ± 2.61^{b} (4)

Porcentaje de espermatozoides negativos al yoduro de propidio estimados como [(Vp60- Vc60) / (Vs-Vc60)] x 100, donde Vp es la viabilidad de la muestra sometida a choque térmico y posterior adición de proteínas; Vc es la viabilidad de la muestra sometida a choque térmico; Vs es la viabilidad de la muestra tras el swim-up; y 60 indica el tiempo de incubación (min) tras la adición de proteínas. Los datos son valores medios ± E.M. del número de experimentos indicados entre paréntesis. Los diferentes superíndices en las columnas indican diferencias significativas: a,b: $P<0.05$; c,d: $P<0.01$

Esta diferencia en la capacidad reversora puede estar relacionada con diferencias en su composición proteica, según de deduce del análisis densitométrico de las bandas proteicas presentes en el plasma seminal de diferentes períodos del año. Se detectó una importante disminución de varias bandas en los meses correspondientes a la época no reproductiva, destacando como la más acusada, la disminución de una banda en torno a 21 kD, que disminuyó hasta un 14% en los meses de verano, en relación con los meses de septiembre-enero (Tabla 2).

Al analizar los perfiles cromatográficos (Fig. 1)obtenidos tras filtración en gel en Sephacryl-100 de proteínas de cada uno de los meses del año, se observó que aquellas fracciones que demostraron capacidad para revertir el daño producido por choque térmico, G3, G7, y especialmente G6, (Barrios et al, 2000), son más abundantes en los meses de Septiembre a Enero (Fig. 2), que corresponden precisamente a la época reproductiva. Además, al analizar su composición proteica mediante electroforesis en PAGE-SDS, se observó la coincidencia de una banda de unos 20-21 kD, en cantidad apreciable en tres fracciones (y mayoritaria en G6), que aparece disminuye o no existe en las demás fracciones. Así, esta banda debería ser la responsable del efecto reparador de la integridad de membrana. Este resultado concuerda con la disminución significativa de la banda de 21 kD en el plasma seminal de período no reproductivo, lo que sugiere que se trata de la misma proteína. La variación estacional explicaría la menor capacidad reversora de las PPSENR respecto a las PPSER, dado el menor contenido de la banda de 21 kD supuestamente responsable de la mayor parte del efecto reparador.

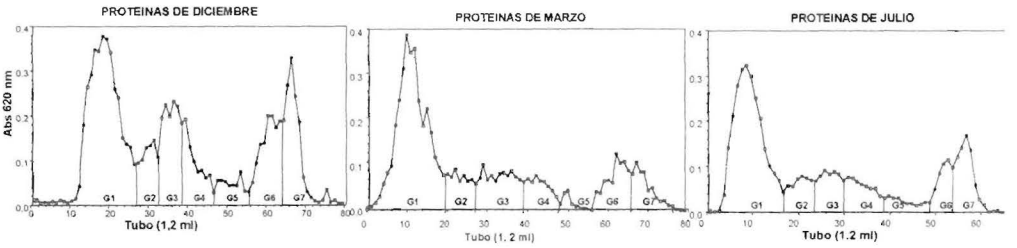


Fig.1. Perfiles cromatográficos en matriz de Sepahcryl-100 de proteínas del plasma seminal ovino de diferentes estaciones.

Tabla 2. Cuantificación densitométrica de las áreas relativas (%) de las bandas proteicas de plasmas seminales de diferentes estaciones.

kDa	Sept-Diciembre	Enero-Mayo	Junio-Agosto
121.9	0.85	1.1	1.19
100.8	5.3	3.01	6.87
82.3	3.16	4.64	3.37
67.2	0.65	0.71	0.18
42.7	0.46	0.2	0.2
36	4.49	3.5	1.99
32.5	0.27	0.26	0.05
30.75	0.11	nd	nd
26.5	3.72	2.91	1.0
24	8.02	6.34	2.71
22.5	13.24	15.73	9.27
21.5	6.2	5.05	0.9
20.5	5.47	3.33	2.99

Nd, no detectada.

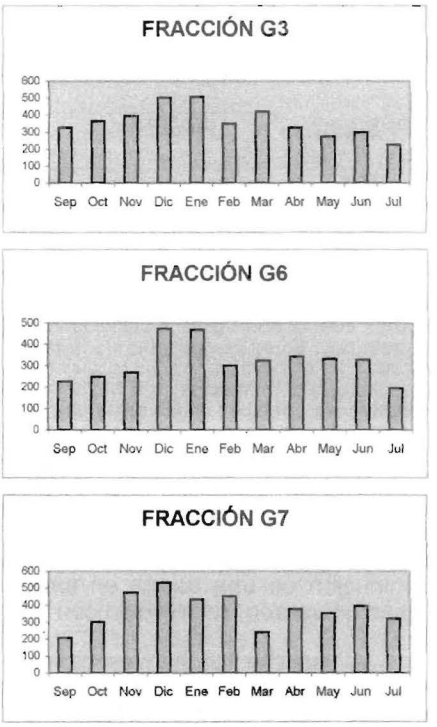


Fig. 2. Abundancia de las fracciones con efecto reversor en el plasma seminal de cada uno de los meses del año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

(1) N. García-López, M. Ollero, J.A. Cebrián Pérez y T. Muiño-Blanco. J. Chromatogr. B, 680 (1996) 137.
(2) M. Ollero, García López N., J.A. Cebrián Pérez y T. Muiño-Blanco. Reprod. Fertil. Dev., 9 (1997) 381.
(3) Pascual M.L., Muiño-Blanco T., Cebrián Pérez J.A y López-Pérez M.J. Biol. Cell, 82 (1994) 287.
(4) Barrios B., Pérez-Pé R., Gallego M., Tato A., Osada J., Muiño Blanco T. Y Cebrián-Pérez J.A. Biol. Reprod. 63 (2000) 1531.
(5) N. García-López, M. Ollero, T. Muiño-Blanco y J.A. Cebrián Pérez. Theriogenology, 46 (1996) 141.
(6) Pérez-Pé R., Barrios B., Muiño-Blanco T. y J.A. Cebrián Pérez. En prensa.

*Este trabajo ha sido financiado con las ayudas: DGA 48/99 AV y CICYT AGL 2000-1221.

INFLUENCIA DE LAS PROTEÍNAS DEL PLASMA SEMINAL SOBRE LA CAPACITACIÓN DE ESPERMATOZOIDES OVINOS.

P. Grasa, R. Pérez-Pé, A. Marzo, J.A. Cebrián-Pérez y T. Muiño-Blanco.
Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria.
Universidad de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

La capacitación espermática incluye una serie de cambios morfológicos y moleculares que afectan a la estabilidad y permeabilidad de la membrana celular (2, 3, 8). Diversos estudios han establecido una correlación entre la capacitación espermática y la fosforilación de residuos de tirosina de numerosas proteínas, en distintas especies de mamíferos, aunque todavía no se ha confirmado en la especie ovina.

Resultados previos demuestran que la adsorción de proteinas del plasma seminal a la superficie de espermatozoides sometidos a choque térmico por frío, revierte parcialmente los daños derivados de las bajas temperaturas (1). En el presente trabajo, se ha investigado la relación entre la fosforilación de proteínas de membrana y la capacitación de espermatozoides ovinos. El principal objetivo fue determinar si el choque por frío puede modificar el nivel de tirosinas fosforiladas, y, la influencia de las proteínas del plasma seminal sobre esta fosforilación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la obtención del semen, mediante vagina artificial, se emplearon moruecos adultos entre 2 y 4 años, pertenecientes a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado selecto de la raza Rasa aragonesa (ANGRA), mantenidos en la facultad de Veterinaria bajo condiciones nutricionales uniformes. Se utilizó una mezcla de los segundos eyaculados de cuatro moruecos, manteniendo a los animales con un periodo de abstinencia de dos días (5).

La metodología utilizada tanto para la preparación de las muestras de semen (por un método de swim-up/dextrano y sometidas, en su caso, a un proceso de cold-shock), su posterior evaluación, la inducción de la capacitación, la obtención de proteínas del plasma seminal y su aislamiento, así como la inmunodetección mediante Western blotting, fue la descrita por Pérez-Pé y cols. (6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los espermatozoides ovinos seleccionados por un proceso de swim-up/dextrano, en ausencia o presencia de agentes capacitantes (swim-up – y +), poseen dos proteínas (p40,p45) que contienen residuos de tirosina fosforilados, como se pone de manifiesto en las figuras 1a y 1b (calle 1). La presencia en el medio de compuestos capacitantes (Ca_2Cl y $NaHCO_3$) no afectó significativamente al nivel de fosoforilación, ya que ambas muestras espermáticas mostraron una señal de fosfotirosina muy similar.

Sin embargo, el choque térmico por frío sí afectó a la proporción de fosfotirosinas. El análisis comparativo de los dos tipos de muestras seleccionadas, reveló que la presencia en el medio de Ca_2Cl y $NaHCO_3$ produjo una modificación en la fosforilación tras el tratamiento por frío (Fig.1a y 1b: calle 2). Además de aparecer una nueva banda de proteínas fosforiladas en tirosinas (p30) en las muestras de swim-up +, también se observó un importante incremento, confirmado

por cuantificación densitométrica de las bandas p40 y p45 en estas muestras, respecto a las obtenidas en swim-up (-) (Tabla 1).

Tabla 1.- Cuantificación densitométrica* de la fosforilación de tirosinas de proteínas en muestras de esperma ovino.

Banda proteica Swim-up -/+	Control	Choque térmico	Choque térmico+PPS	Cong-descong.
P45	43.3/57.5	57.2/29.6	15.6/13.2	4.8/8.2
P40	16,7/18,7	18,5/34,3	16.6/8.9	63.8/56.1
P30	-/1,4	-/16,8	-/-	43.1/29.3

* Valores referidos al área (% total x mm). (P nº: referido a las proteínas fosforiladas en tirosina en función de su peso molecular relativo. PPS: proteínas del plasma seminal).

Con objeto de verificar si las proteínas del plasma seminal pueden prevenir los daños por el choque frío, se determinó el efecto de la adición de proteínas del plasma seminal (PPS) a espermatozoides libres de plasma por el método swim-up/dextrano (4), antes y despues del choque térmico. Este tratamiento afectó considerablemente a la calidad de las muestras espermáticas, disminuyendo el porcentaje medio de células viables del 73,1 al 23,8%. Sin embargo la adición previa de proteínas del plasma seminal (>3kda) al medio, tuvo un considerable efecto beneficioso sobre la supervivencia espermática, dependiente de la concentración adicionada (Fig. 2).

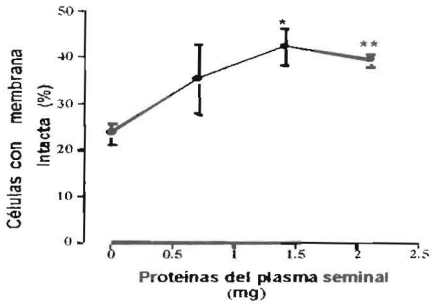


Fig.2.- Efecto de la adición de cantidades crecientes de proteínas del plasma seminal a espermatozoides ovinos sometidos a choque térmico. Resultados expresados como % de espermatozoides con la membrana intacta tras el choque térmico .Media±Error Estándar de 4 ensayos: *P<0,005; **P<0,0005.

Para valorar si el efecto de las proteínas del plasma seminal sobre los daños producidos por el frío está relacionada con la fosforilación de tirosinas, se determinó la fosforilación de proteínas aisladas de la membrana de espermatozoides sometidos a choque térmico en presencia de PPS. La desaparición de la banda p30 característica de las muestras sometidas al choque por frío (Fig. 1a y 1b: calle 3), así como el descenso cuantitativo de la señal de las proteínas p40 y p45 (Tabla 1), avalan esta hipótesis.

Para verificar si la presencia de BSA en el medio de selección utilizado tiene un efecto capacitante que pudiera afectar a los resultados, se estudió la inducción de la capacitación in vitro en muestras swim-up+, obtenidas usando un medio desprovisto de BSA. Como se muestra en la Fig. 3: calle 1, la ausencia de BSA en muestras mantenidas a temperatura ambiente no afectó a los resultados obteniendo la misma señal de fosforilación que en el control (Fig. 1a: calle 1). Por otra parte, cuando se indujo la capacitación (Fig 3: calle2), no sólo apareció una nueva banda inmunoreactiva (p70), sino que la misma banda de proteína aparecida en las

muestras sometidas a choque térmico (p30), ausente en las muestras control (Fig.3, calle1), se evidenció sensiblemente tras el tratamiento.

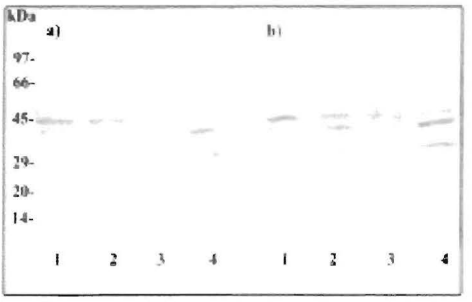


Fig. 1.- Inmunodetección de la fosforilación de tirosinas en muestras de espermatozoides ovinos. a) swim-up -; **b)** swim-up+; muestras control (1); sometidas a choque térmico (2); sometidas a choque térmico en presencia de 2mg de proteínas del plasma (3) y congeladas (4).

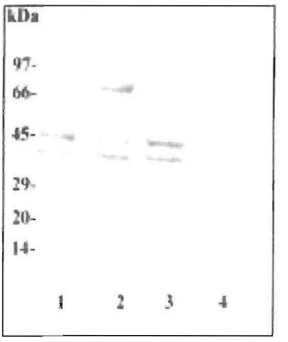


Fig. 3.- Inmunodetección del efecto de la capacitación y del choque térmico, con y sin adición de proteínas del plasma seminal, en la fosforilación de proteínas en un medio con componentes capacitantes pero desprovisto de BSA: muestra control (1), capacitada (2), sometida a choque térmico sin (3) y con adición de 2mg de PPS (4).

Estos resultados indican que la fosforilación de tirosinas de algunas proteínas observada en condiciones capacitantes, también tiene lugar durante el proceso de congelación. Además, la ausencia de BSA en el medio no afectó al efecto protector de las proteínas del plasma seminal, ya que cuando el choque térmico por frío se realizó en presencia de proteínas del plasma seminal, se encontró de nuevo una disminución en las proteínas fosforiladas (Fig. 3, calle 4).

En resumen, los resultados de este estudio ponen de manifiesto que los daños consecutivos a los tratamientos de congelación y choque térmico coinciden con la inducción de un estado de capacitación espermática prematura. Estos efectos, pueden ser prevenidos con la adición de proteínas del plasma seminal, capaces de inhibir la fosforilación de proteínas de membrana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- Barrios B, Pérez-Pé R, Gallego M, Tato A, Osada J, Muiño-Blanco T, Cebrián-Pérez JA. 2000. Biol Reprod 63: 1541-1547.
2.- Benoff S. 1993. Hum Reprod 8: 2001-.
3.- De Jonge CJ. 1999. J Androl 20: 463-473.
4.- García-López N, Ollero M, Muiño-Blanco T, Cebrián-Pérez JA. 1996.Theriogenology 46: 141-151.
5.-Ollero M, Muiño-Blanco T, López-Pérez M, Cebrián-Pérez JA. 1996. Int J Androl 19: 287-292.
6.- Pérez-Pé. 2001.Tesis Doctoral: 211-225.
7.- Watson, P.F. 1995. Reprod. Fert. Dev. 7: 871-891.
8.- Yeagle PL. 1991. Biochimie 73: 1303-1310

*** Este trabajo ha sido financiado por las ayudas: DGA 48/99 AV y CICYT AGL 2000-1221.**

PREDICCIÓN DE LA CAPACIDAD FERTILIZANTE MEDIANTE ANÁLISIS POR DISTRIBUCIÓN EN CONTRACORRIENTE: CORRELACIÓN ENTRE VIABILIDAD Y HETEROGENEIDAD ESPERMÁTICA CON FERTILIDAD EN CAMPO

R. Pérez-Pé, E. Sevilla[1], Equipo Técnico de ANGRA, Equipo Técnico de Carnes-Oviaragón, S.C.L., J. A. Cebrián-Pérez, and T. Muiño-Blanco
Dep. Bioquímica y Biología Molecular y Celular, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. [1]CENSYRA, Movera (DGA). Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Los espermatozoides de un eyaculado presentan características muy heterogéneas, con importantes diferencias en cuanto a estructura y estado funcional. Una población espermática heterogénea tendrá mayor poder fertilizante que una homogénea, ya que aumenta la probabilidad de que la activación espermática se produzca en las inmediaciones del ovocito (1). Por ello, esta heterogeneidad poblacional es de gran importancia en la determinación del potencial fertilizante de una muestra seminal

Dado que la heterogeneidad se manifiesta, entre otras características, en la diferente composición y estructura de la membrana, la distribución en contracorriente con centrifugación (CCCD) resulta de gran utilidad para analizar esta heterogeneidad, dada su capacidad para detectar pequeños cambios en la superficie celular.

En base a estos hechos, se planteó la posibilidad de aplicar la tecnología de CCCD para predecir la capacidad fertilizante de una muestra seminal. Se ha analizado la posible existencia de alguna correlación entre el porcentaje de fertilidad en campo y distintos parámetros obtenidos tras el estudio de las dosis seminales por CCCD.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se empleó semen ovino procedente de moruecos de raza "Rasa Aragonesa" estabulados en el Centro de Selección y Reproducción Animal de la Dirección General de Aragón (CENSYRA). Las extracciones se llevaron a cabo por personal técnico especializado de dicho centro mediante vagina artificial. El semen se mantuvo a 30ºC en baño de agua hasta su llegada al laboratorio, momento en el que se determinó su motilidad, viabilidad y concentración como se describe previamente (2). La inseminación artificial la realizaron los equipos técnicos de ANGRA y Carnes Oviaragón en diferentes granjas pertenecientes a ambas cooperativas. El semen se diluyó hasta $800x10^6$ sperm/ml, y se mantuvieron a 15ºC hasta el momento de la inseminación. Se inseminaron 522 hembras con 53 eyaculados diferentes obtenidos a partir de 25 sementales, y muestras de los mismos eyaculados se utilizaron para los análisis de parámetros de calidad seminal y de CCCD.

El plasma seminal se eliminó por filtración en filtros Millipore de 5 µm de poro, y las células se resuspendieron en medio de bifase. Sobre estas muestras se realizaron cromatografías de reparto en una unidad de distribución en contracorriente con centrifugación, cargando aproximadamente $1,25 x10^8$ células en las cámaras 0 y 30 de la unidad de CCCD. El sistema bifásico utilizado (3). se preparó para 3 experimentos, y se analizaron dos muestras simultáneamente; es decir, se estudiaron 6 eyaculados distintos en idénticas condiciones experimentales.

Los parámetros post-CCCD analizados se derivan del estudio del perfil de distribución obtenido. El nº total de células se llama *área celular total* (ACT), y el nº total de células viables se expresa como *área de viabilidad* (AV), la cual se dividió en 3 fracciones (V_1, V_2 y V_3), correspondientes a las cámaras 0-9, 10-19 y 20-29, respectivamente. La *heterogeneidad* del perfil (H) se definió como el porcentaje de cámaras que contienen 50% o más células.

El estudio estadístico de los resultados obtenidos se realizó con el programa SAS (Institute Inc., NC). La ecuación predictiva de la fertilidad se determinó mediante análisis de regresión lineal múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSION

La fertilidad en campo varió desde 12,5 hasta 75%, con un valor medio de 46,75%. Dada esta diferencia, los eyaculados se clasificaron en dos categorías según la fertilidad obtenida: mayor o menor que dicho valor medio. De los parámetros estándar analizados, el único que presentó correlación positiva (no significativa) con la fertilidad fue la viabilidad determinada después de la filtración (Tabla 1). Sin embargo, sí se obtuvieron correlaciones significativas con los parámetros derivados del estudio por CCCD. La mayor correlación se encontró con el área de viabilidad, tanto total (AV, r=0,40) como en las cámaras centrales (V_2, r=0,44), con un alto grado de significación (p<0.001). Además, este parámetro permitiría discriminar entre eyaculados de fertilidad alta o baja, respecto al valor medio de fertilidad obtenido en este estudio (p=0.03). Asimismo, la heterogeneidad del eyaculado también correlacionó con la fertilidad (r=0.23), con tendencia a la significación (p<0.09).

Tabla 1. Correlaciones entre parámetros espermáticos y fertilidad

Parámetros	r	p
(a) parámetros standard		
Concentración	-0.0114	0.935
Motilidad masal	-0.0225	0.873
Motilidad individual	-0.0341	0.808
Viabilidad inicial	-0.0722	0.607
Viabilidad post-filtration	0.1348	0.336
(b)) parámetros post-CCCD		
Área celular total (ACT)	0.2091	0.133
Área de viabilidad total (AV)	0.4083	0.002
Área de viabilidad 1 (V_1)	0.2479	0.074
Área de viabilidad 2 (V_2)	0.4416	0.001
Área de viabilidad 3 (V_3)	0.0114	0.935
VA/TCA	0.2161	0.120
Heterogeneidad	0.2310	0.096

La Fig. 1 muestra 4 perfiles de distribución representativos de muestras de semen de alta fertilidad. Como característica general se observó un gran área de viabilidad, especialmente en las cámaras centrales (V_2), variando desde 5,69 a 6,81 cm^2, excepto la muestra de la Fig. 2d. Este eyaculado obtuvo un 57,14% de fertilidad a pesar del menor valor de V_2 (3,86 cm^2), que podría explicarse por su alta

heterogeneidad (46.6%) la cual podría compensar la menor viabilidad. Las muestras de fertilidad baja, presentaron menores valores de V_2 y heterogeneidad en todos los casos.

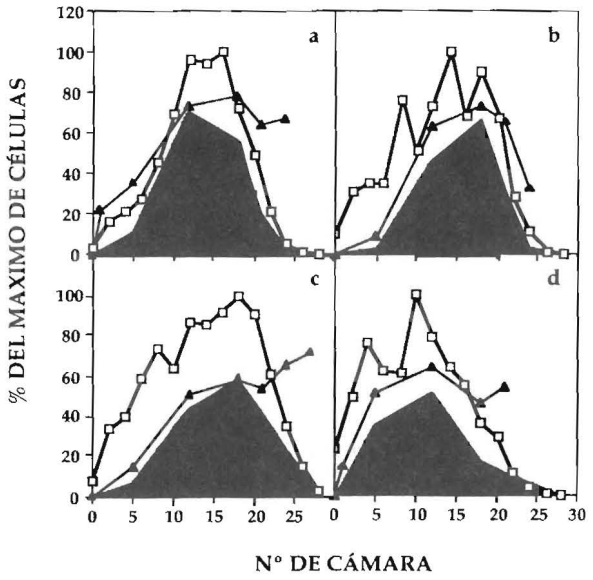


Fig. 1. Perfiles de CCCD representativos de muestras de semen de fertilidad alta: (a) 75%, (b) 69,2%, (c) 62%, (d) 57,14% de fertilidad

Estos resultados indican que la heterogeneidad de una muestra seminal debe considerarse junto con la viabilidad recuperada tras el proceso de CCCD. La heterogeneidad, aunque tiene una correlación positiva con la fertilidad, por sí sola no permite discriminar entre eyaculados con fertilidad mayor o menor que la media. Esto parece confirmar que, a pesar de la importancia de la heterogeneidad, no se debe olvidar la influencia de la integridad de la membrana plasmática de los espermatozoides, en la capacidad fertilizante. Es decir, que aunque una muestra espermática presente un elevado número de subpoblaciones celulares que difieren en su estado funcional, si la viabilidad (entendida como integridad de membrana) de estas subpoblaciones es baja, probablemente, la capacidad fertilizante de esta muestra será baja. De esta forma, la consideración conjunta de ambos parámetros se expresa en una ecuación de regresión respecto de la fertilidad con un altisimo nivel de significación (p=0,0006).

Predicción de fertilidad = 3,979 + 0,066V_2 + 0,304H

El hecho de que el valor del coeficiente de regresión múltiple obtenido (R=0,50) no sea muy alto, podría deberse a la gran cantidad de factores externos que afectarían a los resultados de fertilidad, tales como: la propia hembra, la inseminación de ovejas de distintas ganaderías, la variación en la distancia al punto de inseminación, la participación de distintos inseminadores, etc

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- Amann R P, Hammerstedt R H, Veeramachaneni D N R. Reprod Fertil Dev 1993; 5: 361-381.
2.-Pascual M L, Muiño-Blanco T, Cebrián-Pérez J A, López-Pérez M J. J Chromatrogr 1993; 617: 51-57.
3.-Ollero M, Cebrián-Pérez J A, Muiño-Blanco T. J Androl 1997; 18:732-739.

Este trabajo ha sido financiado por las ayudas: DGA 48/99 AV y CICYT AGL 2000-1221

ESTUDIO DE LA CONGELACIÓN DE SEMEN OVINO: VARIACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A TRAVES DEL PROCESO

J.I. Martí, E. Martí, T. Muiño-Blanco y J.A. Cebrián-Pérez
Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. Facultad de Veterinaria
Universidad de Zaragoza

INTRODUCCIÓN

El éxito de la criopreservación de espermatozoides depende enormemente de la susceptibilidad de las células a las bajas temperaturas. Los espermatozoides de la especie ovina son especialmente sensibles al daño del frío, lo que se traduce en una enorme pérdida de capacidad fertilizante (Hammerstedt y cols., 1990; Salamon y Maxwell, 1995).

Además de daños en la membrana, la criopreservación induce la formación de especies oxígeno-reactivas que son perjudiciales para el espermatozoide (O'Flaherty y col., 1997). Asimismo, se ha confirmado que los niveles de las defensas antioxidantes disminuyen después del proceso de congelación/descongelación (Bilodeau y col., 2000).

El uso de diferentes aditivos en los diluyentes de criopreservación trata de reducir estos daños, existiendo un enorme número de posibilidades para las distintas especies. Los glicolípidos actúan controlando la fluidez de la membrana, protegiendo de esta forma de las transiciones de fase (Parks y Lynch, 1992). El efecto protector de antioxidantes, como la vitamina E, frente a las especies oxígeno-reactivas (ROS) se ha demostrado en la congelación de espermatozoides humanos (Sawetawan y col., 1993), bovinos (Beconi y col., 1993) y ovinos (Ollero y col., 1996). Diversas proteínas, como lactalbumina y seroalbumina, por su capacidad de unirse a diferentes lípidos, poseen un efecto crioprotector (Ollero y cols., 1996).

El objetivo de este trabajo es comprobar el efecto de diferentes aditivos sobre varios parámetros de calidad seminal y sobre varias enzimas del metabolismo oxidativo espermático, durante el proceso de congelación de espermatozoides ovinos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El diluyente utilizado se preparó a partir de leche descremada en polvo, a una concentración del 11% (p/v) en agua miliQ estéril. La fracción 1 se preparó añadiendo 5% de yema de huevo (v/v) y antibióticos (45.000 UI de penicilina y 0,4 g de estreptomicina/100 ml) a la leche reconstituida. Para preparar la fracción 2 se añadieron a la leche la misma cantidad de yema de huevo y de antibióticos, pero además 14% de glicerol (v/v) y galactosa 224 mM.

La rampa de descenso de la temperatura fue de 0,4°C/min, hasta los 5°C. La fracción 2 del diluyente se añadió a lo largo del proceso de equilibrado posterior. Tras el empajuelado se almacenaron en un contenedor con nitrógeno líquido a –196°C. Las muestras se descongelaron en un baño de agua a 60°C durante 4 segundos, y se procesaron seguidamente.

Los aditivos empleados fueron: vitamina E (1mM), ácido oleico-linoleico (25µM), α-Lactalbumina (11µM), β-Lactoglobulina (11µM), y proteinas del plasma seminal ovino (PPSO) (7 mg/ml). En cada experimento se congelaba una muestra control, con el diluyente sin ningún aditivo.

El plasma seminal se obtuvo mediante el protocolo de Ollero y cols. (1997). El filtrado obtenido se guardó hasta su uso a –20ºC. Para obtener las proteínas seminales el filtrado descongelado se centrifugó a 3300 xg a 4ºC en microconcentradores Microsep de 3 kDa de corte según Ollero y cols (1993). La concentración de las proteínas se determinó mediante el método de Bradford (1976).

La motilidad individual progresiva y el test de endósmosis (HOSt) se evaluaron en microscopio de contraste de fases, empleándose para la motilidad una platina de 37ºC. La viabilidad espermática se determinó mediante la tinción de fluorescencia con diacetato de carboxifluoresceína y ioduro de propidio (Harrison y Vickers, 1990).

El extracto enzimático se realizó mediante extracción con Tritón X-100 al 1% (v/v), analizándose la actividad de: GPx (glutatión peroxidasa), GRD (glutatión reductasa) y SOD (superóxido dismutasa). Las mezclas de reacción utilizadas fueron:

GPx.- 300 mM fosfato pH=7.2, 0.5 mM EDTA, 54 mU GRD, 85 mM NADPH + H^+, 2 mM GSH y 1.2 mM t-BuO_2H (1.2 mM).

GRD.- 300 mM fosfato pH=7.2, 0.5 mM EDTA, 0.6 mM GSSG, y 85 mM NADPH + H^+.

SOD.- 46 mM fosfato pH=7.8), 70 mM Xantina, 30 mM XTT y 0.15 mU Xantina oxidasa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mayores valores de incremento respecto al control de los parámetros de calidad estudiados se obtuvieron con las proteínas del plasma seminal ovino. La α-Lactalbumina es la proteína que incrementa en menor medida los distintos parámetros, posiblemente porque ya esta presente en el propio diluyente. Las diferencias entre el resto de aditivos son menores, destacando únicamente una marcada mejora en el porcentaje de motilidad progresiva con ácido oleico-linolieco (Figura 1).

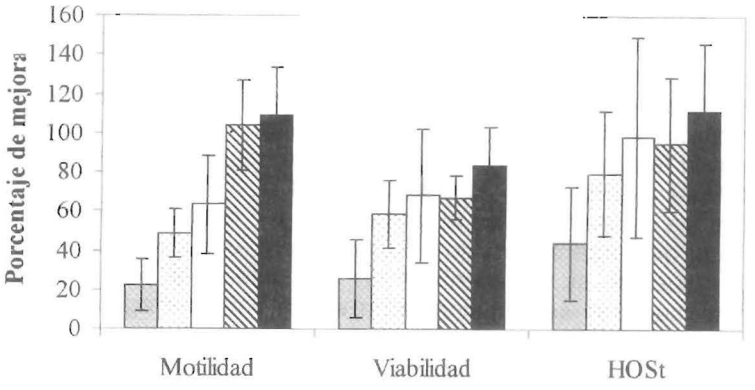


Figura 1.- Porcentaje de mejora en los distintos parámetros de calidad espermática respecto a la muestra control. □ α-Lactalbumina, ⊡ Vitamina E, □ β-Lactoglobulina, ▨ ácido oleico-linolieco, ■ PPSO.

En base a estos resultados, se ha comenzado a realizar la congelación combinando las proteínas del plasma seminal ovino con el resto de aditivos, con el objeto de aumentar los parámetros de calidad post-descongelación. Se ha realizado un estudio paralelo de varios enzimas del metabolismo oxidativo del espermatozoide. Se ha observado que durante el proceso de refrigeración disminuye la actividad de la GPx y de la SOD, enzimas que eliminan las ROS, y desaparece totalmente la actividad de la GRD, enzima que aporta el poder reductor necesario para la acción de la GPx.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beconi, M.T., Francia, C.R., Mora, N.G. y Affranchino, M.A. (1993) Effect of Natural Antioxidants on Frozen Bovine Semen Preservation. *Theriogenology* **40,** 841-851.

Bilodeau, J.-F., Chatterjee, S., Sirard, M.-A. y Gagnon, C. (2000) Levels of antioxidant defenses after a cycle of freezing and thawing. *Mol. Reprod. Dev.* **52,** 282-288.

Bradford, M.M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of dye binding. *Analyt. Biochem.* **72,** 248-254.

Hammerstedt, R.H., Graham, J.K. y Nolan, J.P. (1990) Cryopreservation of mammalian sperm: What we ask them to survive. *J. Androl.* **11,** 73-88.

Harrison, R.A.P. y Vickers, S.E. (1990) Use of fluorescent probes to assess membrane integrity in mammalian spermatozoa. *J. Reprod. Fertil.* **88,** 343-352.

Ollero, M., García-López, N., Cebrián-Pérez, J.A. y Muiño-Blanco, T. (1997) Surface changes of ram spermatozoa revealed adsorption of homologous and heterologous seminal plasma proteins revealed by partition in an aqueous two-phase system. *Reprod. Fert. Dev.* **9,** 381-390.

Ollero, M., Muiño-Blanco, T., López-Pérez, M.J. y Cebrián-Pérez, J.A. (1996) Surface changes associated with ram sperm cryopreservation revealed by counter-current distribution in an aqueous two-phase system. Effect of different cryoprotectants. *J. Chrom. B* **680,** 157-164.

Ollero, M., Pascual, M., Muiño-Blanco, T., Cebrián-Pérez, J. y López-Pérez, M. (1993) Surface changes associated with maturation of ram spermatozoa can be revealed by centrifugal counter-current distribution in an aqueous two-phase system. *J. Chrom. B* **668,** 173-178.

Parks, J.E. y Lynch, D.V. (1992) Lipid composition and thermotropic phase behavior of boar, bull, stallion and rooster sperm membranes. *Cryobiology* **29,** 255-266.

Salamon, S. y Maxwell, W.M.C. (1995) Frozen storage of ram semen: II. Causes of low fertility after cervical insemination and methods of improvement. *Anim. Reprod. Sci.* **38,** 1-36.

Sawetawan, C., Bruns, E.S. y Prins, G.S. (1993) Improvement of Post-Thaw Sperm Motility in Poor Quality Human Semen. *Fertil. Steril.* **60,** 706-710.

Watson, P.F. (1995) Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. *Reprod. Fertil. Dev.* **7,** 871-891.

Este trabajo ha sido financiado gracias a los proyectos DGA 48/99 AV y CICYT AGL 2000-1221. J.I. Martí disfruta de una beca M.E.C. asociada a A.N.G.R.A.

VALORACIÓN MORFOMÉTRICA DEL CANAL CERVICAL DE LA OVEJA MEDIANTE IMAGENES DE RESONANCIA MAGNÉTICA

Álvarez, M.; Kaabi, M.; [1]Boixo, J.C.; [2]Anel, E.; [3]Chamorro, C.A.;[4]Martínez, S. [3]García, C. y Anel, L.
Reproducción Animal- Facultad de Veterinaria. Universidad de León. 24071-León. e-mail:dsamag@unileon.es [1]CENSYRA (Junta de Castilla y León), [2]ANCHE, [3]Biología celular y Anatomía Universidad de León. [4] Excma. Diputación de León

INTRODUCCIÓN

El conocimiento pormenorizado de cuello uterino en la especie ovina, es imprescindible para mejorar la mecánica de la inseminación artificial por vía vaginal en esta especie. El cérvix ovino tiene una estructura compleja (escasa luz cervical y presencia de varios anillos desalineados) que constituye una barrera para la realización de inseminaciones profundas. El estudio de la morfometría del canal cervical permitiría el diseño de catéteres adaptados a las características anatómicas del conducto cervical (Halbert *et al.*, 1990; Kaabi *et al.*, 2000); de esta forma se posibilita la aplicación profunda del semen, cuyo primer objetivo es mejorar los resultados de fertilidad tras la inseminación artificial por vía vaginal (Eppleston *et al.*, 1994, Álvarez, 2000).

La morfometría del cuello uterino ha sido estudiada en varias agrupaciones raciales, mediante lecturas directas o a través de moldes, realizados sobre cuellos obtenidos *post mortem* (Halbert et al., 1990) para determinar la luz cervical. El uso de técnicas de diagnóstico por imagen para el estudio anatómico del cuello uterino, como la resonancia magnética (IRM), pueden ser interesantes ya que evitan la subjetividad y permiten la visualización de órganos blandos con una alta definición (Dennis, 1995; Woo *et al.*, 1993; Ito *et al.*, 1994, De Souza *et al.*, 1994). En nuestro trabajo, se estudia la variación de la luz cervical (diámetros máximos dentro del canal cervical) mediante el uso de la resonancia magnética para determinar los puntos críticos que podrán ser útiles para el diseño de nuevos catéteres de inseminación transcervical vía vaginal en la oveja.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó sobre 12 cuellos uterinos procedentes de ovejas de raza Churra. Tras la aplicación de un protocolo de inducción y sincronización del celo (40 mg FGA+500 UI eCG), las ovejas se sacrificaron a las 55±1 h de la retirada del progestágeno. Los cuellos uterinos, disecados y aislados del resto del tracto genital, se rellenaron con Tissue-teck® como medio de contraste (Chamorro *et al.*, 1994). Las resonancias se realizaron en las tres horas siguientes al sacrificio, obteniéndose imágenes de cortes transversales seriados, desde el orificio uterino (OUE) hasta el final del cuello, a intervalos de 0,5 mm. El equipo de resonancia empleado fue un Magneton SP Siemens® (1 Tesla). Sobre las medidas calculadas a partir de las imágenes (placas) y para el estudio de las variaciones de la luz cervical se determinaron las medias y las desviaciones estándares de los diámetros máximos del canal y de sus distancias respecto al orificio uterino externo.

Este trabajo ha sido financiado en parte por: Diputación de Valladolid ; FEDER (1FD97-0367)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que existe un gran variabilidad individual en cuanto a la evolución de la luz cervical (figura 1). No obstante, en el punto más estrecho la variabilidad es muy reducida, lo cual supone que existe un punto crítico de luz mínima (1 mm) común a todos los cuellos y que coincide, según el estudio de las distancias medias, con el anillo más estrecho (tabla1). La reconstrucción de la luz cervical muestra que existen 4 grandes zonas marcadas por la presencia de 4 picos con diámetros mínimos que corresponden a los anillos cervicales (figura 1). De estos 4 picos, el diámetro más pequeño corresponde con el segundo anillo y se encuentra a 15 mm a partir del inicio del cérvix.

Tabla 1. Diámetros y distancias de la luz cervical a nivel de los anillos del cuello uterino (mm).

Anillo cervical	Diámetro	Distancia
Anillo 1	3,68 ± 1,84	5,23 ± 2,60
Anillo 2	1,04 ± 0,50	15,60 ± 6,25
Anillo 3	2,21 ± 1,59	25,08 ± 7,24
Anillo 4	1,96 ± 0,92	37,19 ± 6,87
Anillo 5	1,84 ± 0,91	48,25 ± 3,40

Media ± desviación estándar

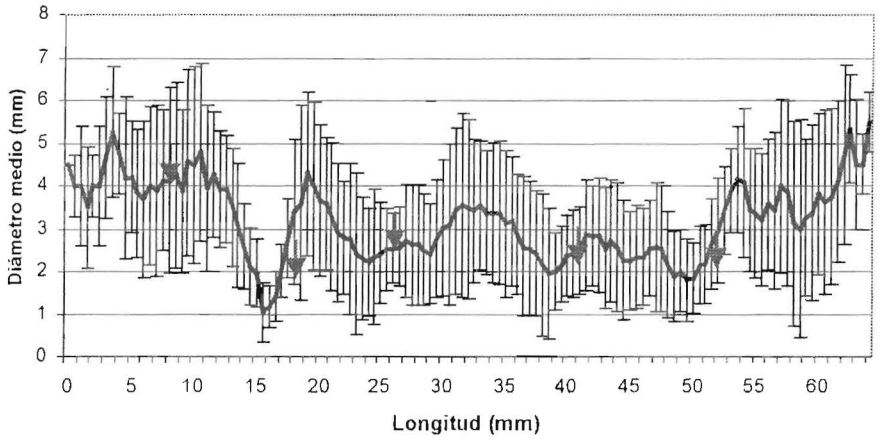


Figura 1. Variación del diámetro medio de la luz cervical según la longitud del cérvix según IRM (las flechas indican la situación de los anillos).

Las distancias medias entre el OUE y los anillos, encontradas por Eppleston *et al.*, (1994) en la raza Merina, son superiores a las de la raza Churra, salvo para el 4º anillo en que las distancias son muy parecidas (3,69 y 3,71 cm respectivamente). Comparativamente a otros resultados que se obtuvieron sobre piezas de matadero mediante la morfometría directa (Álvarez, 2000), la distancia desde primer al segundo anillo es muy similar (Resonancia:10,37 mm; Morfometría directa:9,43mm),

lo que supone que este parámetro es de gran interés práctico y podría ser un factor limitante en la fabricación de catéteres de inseminación de punta excéntrica mejor adaptados al canal cervical de la oveja (Eppleston *et al.*, 1994, Romano *et al.*, 1997, Falaschi *et al.*, 1998).

En la raza Churra, el estudio morfométrico *post mortem* del cérvix mediante resonancia parece permitir un conocimiento más exacto de ciertas medidas que con otras técnicas tales como la morfometría directa, la histología, los moldes, etc. (Álvarez, 2000). Así, el diámetro interno más estrecho encontrado por resonancia es de 1,04 mm en la raza Churra, valor inferior al medido con otras técnicas en otras razas (Halbert *et al.*, 1990, Eppleston *et al.*, 1994).

En conclusión, el uso de la resonancia magnética facilita la determinación de la morfometría del cuello uterino de la oveja y permite la objetivación de los valores obtenidos en comparación con otras técnicas. Los resultados obtenidos en este estudio son de gran interés práctico de cara al diseño de nuevos catéteres. El catéter tipo debe tener la punta curva en el extremo distal y sus dimensiones tienen que considerar el diámetro mínimo de la luz cervical y la distancia más pequeña entre dos anillos sucesivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez M. (2000).- Estudio del cuello uterino de la oveja Churra como método de mejora de la vía vaginal en la inseminación. Tesis Doctoral. Universidad de León, España.

Chamorro, C., Álvarez., M., Costilla, S., García, C., De Paz, P., Carbajo, M., Anel, L., Domínguez, J.C. y Fernández, J.G. (1994). Resonancia Nuclear Magnética del cuello uterino de la oveja. 7ªs Jornadas Internacionales de Reproducción Animal. Murcia, 1994.

De Souza N.M., Hawley I.C., Schwieso J.E., Gilderdale D.J. and Soutter W.P. (1994).-The uterine cervix on in vitro and in vivo RM images: a study of zonal anatomy and vascularity using an enveloping cervical coel. *Am J Roentgenol* 163(3), 607-612.

Dennis R. (1995). Estudio por imágenes de resonancia magnética: perspectiva general de su uso actual en medicina veterinaria. *Veterinary International* 2, 52-61.

Eppleston J., Salomon S., Moore N.W. and Evans G. (1994). The depth of cervical insemination and site of intrauterine insemination and their relationship to the fertility of frozen- thawed ram semen. *Anim Reprod Sci* 36, 211-225.

Falaschi U., Rassu P.G. and Enne G. (1998). Transcervical insemination in sheep. *Summa* 15, 21-27.

Halbert G.W., Dobson H., Walton J.S. and Buckrell B.C. (1990). A technique for transcervical intrauterine insemination of ewes. *Theriog* 33, 993-1010.

Ito K., Fujita T., Uchisako H., Tanaka N., Matsui M., Tsukamoto K., Matsumoto T. and Nakanishi T. (1994). MR imaging of the uterus: findings from high-resolution multisection dynamic imaging with a surface coil. *Am J Roentgenol* 163 (4), 873-879.

Kaabi M., Álvarez M., Anel E., Boixo J.C., Chamorro C.A., Olmedo J.A., Martínez S. y Anel L. (2000). Mechanical aspects of cervical penetration in sheep depending on pipette type. *14th International Congress on Animal Reproduction, 15:16; Stockholm, 2-6 July 2000.*

Romano J.E., Rodas E., Ferreira A., Lago I. and Benech A. (1997). Effects of progestagen, PMSG and artificial insemination time on ferility and prolificacy in Corriedale ewes. *Small Ruminant Research* 23, 157-162.

Woo G.M., Twickler D.M., Stettler R.W., Erdman W.A. and Brown C.E. (1993). The pelvis after cesarean section and vaginal delivery: normal MR findings. *Am J Roentgenol* 161(6), 1249-1252.

EFICACIA DEL TRATAMIENTO FOTOPERIODICO (LUZ+MELATONINA) SOBRE LOS CORDEROS DE RAZA LATXA

I. Beltrán de Heredia, F. Arrese*, E. Ugarte
Neiker, A.B. Granja Modelo de Arkaute. Apdo. 46 01080 VITORIA-GASTEIZ
*** Ardiekin, S.L. Granja Modelo de Arkaute. Apdo. 46 01080 VITORIA-GASTEIZ**

INTRODUCCIÓN

El uso de corderos de raza Latxa como reproductores, a partir de los 7 meses de edad, es de gran interés, para obtener mayores progresos, dentro del programa de mejora genética de la raza (Ugarte et al., 1996). Ésto requiere el uso de sistemas que permitan el control lumínico de los alojamientos bajo los cuales se encuentran estos animales, con el fin de adelantar su producción seminal (Colas et al., 1987).

Experiencias previas con corderos de raza Latxa, permitieron demostrar la validez del uso de la combinación de la luz y la melatonina para adelantar el testaje de éstos (Beltrán de Heredia, et al., 1998).

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se inició el 4 de marzo de 1999 con 21 animales de raza Latxa, 11 Latxa Cara Negra (LCN) y 10 Latxa Cara Rubia (LCR), nacidos entre el 14 de octubre y el 8 de diciembre de 1998. Los animales se distribuyeron en 2 lotes homogéneos, según la raza, el peso vivo y la fecha de nacimiento, constituidos por 11 y 10 animales, lote tratado y control, respectivamente.

En el lote de animales tratado, se simularon los días largos, mediante iluminación artificial de 6:00 a 8:30 horas y un flash de luz a las 22:00 horas, durante dos meses (Arranz et al., 1995). Seguidamente se simularon los días cortos mediante 2 implantes de melatonina, Mélovine®. El lote de animales control se alojó en una nave convencional sometido a las variaciones ambientales correspondientes a la latitud 42,51° N, y 520 m de altitud.

Los animales se pesaron y su volumen testicular se midió (collar de bolas de volumen creciente; STAB, 37000 Tours) hasta el mes de septiembre con cadencia mensual aproximadamente.

El entrenamiento de los moruecos a la recogida de semen en vagina artificial se inició en el mes de mayo, y aquellos animales cuyo semen se consideró apto para inseminar, fueron puestos en testaje.

Las variables analizadas han sido: Ganancia de peso (peso final menos peso inicial), Incremento del volumen testicular (volumen testicular final menos volumen testicular inicial), Actividad sexual (aptitud a la recogida de semen mediante vagina artificial), Fertilidad (número de ovejas paridas/número de ovejas inseminadas) x 100 y prolificidad (número de corderos nacidos/ número de ovejas paridas).

Para analizar los resultados se ha realizado un análisis de varianza de efectos fijos según la siguiente ecuación:

$$Y_{ijkl} = \mu + L_i + R_j + PV_k + \beta x VT_{ijk} + \varepsilon_{l(ijk)}$$

Siendo: Y_{ijkl}= Variable analizada; μ= Media general; L_i= Lote (2 niveles, control y tratado); R_j = raza (2 niveles, LCN y LCR); PV_k= peso vivo inicial (dos niveles, 1≤32,5 Kg y 2> 32,5 Kg); VT_{ijk}= Volumen testicular inicial, introducido como covariable; $\varepsilon_{l(ijk)}$= Error.

En el análisis de las variables fertilidad y prolificidad se han eliminado de la ecuación del modelo las variables PV y VT, ya que únicamente se han utilizado

como reproductores, aquellos animales que han presentado actividad sexual y buena calidad seminal.

Los análisis han sido realizados con el paquete estadístico SAS (V 6.09, 1989), mediante el procedimiento GLM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

GANANCIA DE PESO

A lo largo del período de estudio los dos lotes de animales han crecido de la misma manera, (Figura 1), experimentando un incremento de 19 Kg de peso vivo en 6 meses. Ninguno de los factores estudiados ha modificado su evolución ($p>0,05$).

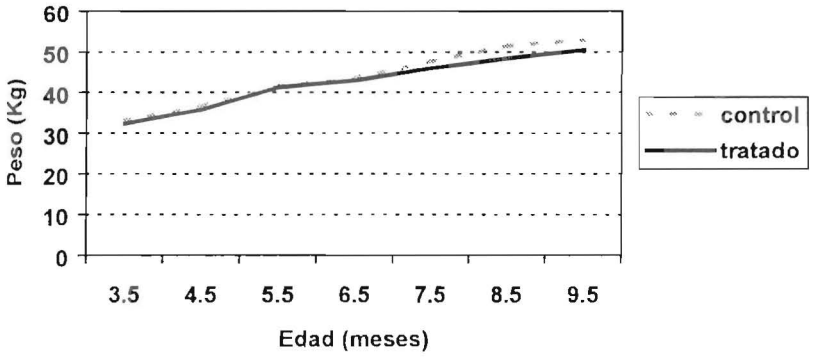


Figura 1.- Evolución del peso vivo según el tratamiento

INCREMENTO DEL VOLUMEN TESTICULAR

El volumen testicular ha experimentado un incremento de 273 ml. Este aumento ha sido diferente ($p< 0,01$) entre los dos lotes sometidos a estudio (Figura 2).

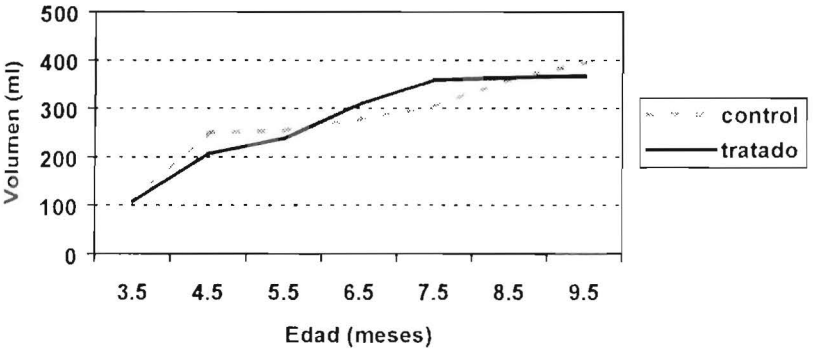


Figura 2.- Evolución del volumen testicular según el tratamiento

Durante la fase de días largos, el lote tratado ha presentado una evolución más lenta que el lote control, para alcanzar prácticamente su máximo dos meses

después de la aplicación de los implantes de melatonina. En este momento las diferencias entre lotes han sido máximas (53 ml), y a partir del mismo, el lote control ha incrementado su talla testicular en mayor medida, superando al final de la experiencia, 2 meses después, al lote tratado (395 *vs* 368).

El incremento del volumen testicular también ha sido dependiente de la raza ($p<0,05$). Correspondiendo a los LCR, testículos ligeramente más pequeños que a los LCN (370 *vs* 390 ml).

El volumen testicular inicial, ha condicionado el desarrollo de éstos ($p< 0,001$), de tal manera que ha existido un efecto compensador del crecimiento, y al final de la experiencia todos los animales han presentado testículos de tamaño similar.

ACTIVIDAD SEXUAL

El porcentaje de animales que ha presentado actividad sexual ha sido del 57%. Aunque ninguno de los factores estudiados ha presentado efectos significativos, se observan diferentes comportamientos entre lotes. Así el lote tratado ha tenido una respuesta del 73% *vs* al 40% del lote control. Respecto a la raza, los animales LCR han presentado mayor actividad que los LCN (60 *vs* 55%).

Todo ello, coincidiendo con animales de mayor peso vivo y volumen testicular. El grupo de animales que ha presentado actividad sexual, al comienzo de la experiencia tenía un peso vivo de 33,75 Kg, con una diferencia de 2-3 Kg, frente a los que no presentaron actividad, independientemente del lote animal. Sin embargo, al final de la experiencia han sido los animales activos del lote control, los que han presentado pesos superiores al resto (55 *vs* 50 Kg). Respecto al volumen testicular, los animales que han presentado actividad sexual, partían al comienzo de la experiencia de testículos más grandes (125 *vs* 82 ml), manteniendo esta condición hasta el final, momento en el que dentro del mismo lote se han equiparado.

Se han realizado 1199 IA, de las cuales 741 procedían de animales del lote tratado y 458 de animales del lote control. Únicamente 2 animales del lote tratado no han superado las 100 inseminaciones.

Los resultados reproductivos derivados de estas inseminaciones, han sido, 49% de fertilidad y 1,46 de prolificidad. No observándose diferencias ni entre lotes, ni entre razas ($p> 0,05$).

Los animales que han presentado actividad sexual, inicialmente han tenido pesos superiores, independientemente del lote.

CONCLUSIONES

- El tratamiento permite utilizar mayor número de reproductores de 7 meses
- Los resultados reproductivos derivados del uso de corderos son similares a los obtenidos con animales adultos
- Estos hechos permiten una aceleración del progreso genético

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRANZ, J.M.; LAGRIFFOUL, G.; GUERIN, Y., CHEMINEAU, P., 1995. *Renc. Rech. Ruminants*, 2, 425-428.

BELTRÁN DE HEREDIA, I.; ARRESE, F.; UGARTE, E.; URARTE, E., 1998. *Producción ovina y caprina*, XXIII, 529-533.

COLAS, G.; GUÉRIN, I.; BRIBOIS, M.; ORTAVANT, R., 1987. *Anim. Reprod. Sci.* 13, 255-262

UGARTE, E.; URARTE, E.; ARRANZ, J.; ARRESE, F., 1996. *ITEA*, 92A(3), 11-21.

SAS, 1989. Institute Inc., Cary, NC USA.



CIHEAM

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2000-01-02

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENETICA VEGETAL	2 Oct. 00/8 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	MANEJO DE PLANTACIONES DE OLIVO EN CONDICIONES DE SECANO: NUEVAS PERSPECTIVAS. Programa en francés e inglés	22 Ene./2 Feb. 01	Sfax	IAMZ/Institut de l'Olivier/COI
	BIOINFORMATICA: UTILIZACION DE BASES DE DATOS GENETICOS EN MEJORA VEGETAL (Programa en inglés)	17-21 Sep. 01	Zaragoza	IAMZ
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	Oct. 01/Mayo 02	Córdoba	UCO/CAP-JA/CSIC/INIA /COI/IAMZ
	VIVEROS Y PRODUCCION DE PLANTA FORESTAL PARA CONDICIONES MEDITERRANEAS	19-30 Nov. 01	Guadalajara	IAMZ/CNMF
	SISTEMAS DE APOYO A LA DECISION EN AGRONOMIA: MODELIZACION	14-25 Ene. 02	Zaragoza	IAMZ
	AGRICULTURA SOSTENIBLE: GESTION DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE ZONAS SEMIARIDAS	11-22 Mar. 02	Zaragoza	IAMZ
	ELECCION DE CULTIVOS EN CONDICIONES DE SECANO MEDITERRANEAS. CRITERIOS TECNICOS Y SOCIOECONOMICOS	6-17 Abr. 02	Argel	IAMZ/ITGC
	DIAGNOSTICO Y CONTROL DE ENFERMEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS Y DE GRANO ADAPTADAS A CONDICIONES MEDITERRANEAS	6-17 Mayo 02	Córdoba	IAMZ/IAS/CLIMA
	GESTION DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRANEA: SEGUROS AGRARIOS	10-14 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ/EESA
PRODUCCIÓN ANIMAL	*PRODUCCIÓN CAPRINA	6-17 Nov. 00	Murcia	IAMZ/CMAAA-RM
	PLANIFICACION Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	11-15 Dic. 00	Zaragoza	IAMZ/FAO
	REQUISITOS DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE RUMIANTES PARA SU COMERCIALIZACION	15-26 Ene. 01	Zaragoza	IAMZ
	PRINCIPIOS ESTADISTICOS EN EXPERIMENTOS DE PRODUCCION ANIMAL: HACIA UNA MEJOR COMPRENSION Y APLICACION DE LOS METODOS MODERNOS	19-23 Feb. 01	Zaragoza	IAMZ
	TECNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENETICA ANIMAL (Programa en inglés)	5-16 Mar. 01	León	IAMZ/Univ. León
	PROGRAMAS DE MEJORA GENETICA DE PECES PARA ACUICULTURA	2-6 Abr. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO
	OPTIMIZACION DEL USO DE RECURSOS FORRAJEROS LOCALES CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN AREAS MEDITERRANEAS ARIDAS Y SEMIARIDAS (Programa en inglés)	12-23 Mayo 01	El Cairo	IAMZ/DRC
	ACUICULTURA MEDITERRANEA: CULTIVO EN MAR ABIERTO	28 Mayo/1 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO
	*PRODUCCION ANIMAL	1 Oct. 01/7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ
	MEJORA DE LA PRODUCCION DEL DROMEDARIO	18 Feb./1 Mar. 02	Rabat	IAV Hassan II/IAMZ
	PRODUCCION DE MOLUSCOS EN EL MEDITERRANEO	18-22 Mar. 02	Marruecos	IAMZ/INRH/FAO

(*) **Cursos de Especialización Postuniversitaria** del correspondiente Programa Master of Science. Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 00-01; 02-03; 04-05
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 01-02; 03-04; 05-06
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 01-02; 03-04; 05-06
- ACUICULTURA: 03-04 (a confirmar)
- ORDENACION RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 00-01; 02-03; 04-05
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 01-02; 03-04; 05-06

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	MODELIZACION DE ESTRATEGIAS DE GESTION DE PESQUERIAS EN EL MEDITERRANEO	18-22 Sep. 00	Fuengirola	IAMZ/IEO/FAO-COPEMED
	CAMBIO CLIMATICO: EFECTOS SOBRE LA AGRICULTURA EN LA REGION MEDITERRANEA	25-29 Sep. 00	Zaragoza	IAMZ/RICAMARE
	*ORDENACION RURAL EN FUNCION DEL MEDIO AMBIENTE	2 Oct. 00/8 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	ECONOMIA DE LOS RECURSOS NATURALES	12-23 Mar. 01	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE GESTION PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE LA SEQUIA EN LA REGION MEDITERRANEA: SEGUIMIENTO, ANALISIS DE RIESGOS Y PLANES DE EMERGENCIA. Programa en francés o inglés	21-26 Mayo 01	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
	INCENDIOS FORESTALES: INVESTIGACION DE CAUSAS Y NUEVAS TECNOLOGIAS PARA PREVENCION Y EXTINCION	15-26 Oct. 01	Zaragoza	IAMZ/MMA/FAO
	GESTION Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PISCICOLAS EN AGUAS CONTINENTALES DE LOS PAISES MEDITERRANEOS	12-16 Nov. 01	Zaragoza	IAMZ
	FUENTES ALTERNATIVAS DE AGUA PARA REGADIO: INFLUENCIA DE LOS FACTORES ECONOMICOS	10-14 Dic. 01	Zaragoza	IAMZ
	LA PREDICCION METEOROLOGICA Y SU APLICACION A LA GESTION AGRICOLA SOSTENIBLE EN LA REGION MEDITERRANEA	19-23 Ene. 02	El Cairo	IAMZ/CLAC-ARC
	MEJORA DE HABITATS PARA LA GESTION DE RECURSOS CINEGETICOS	18-22 Feb. 02	Zaragoza	IAMZ
	RIOS Y RIBERAS DE REGIMEN MEDITERRANEO Y SU GESTION	8-19 Abr. 02	Zaragoza	IAMZ
	GESTION, RESTAURACION Y APLICACIONES DE LOS HUMEDALES	13-24 Mayo 02	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	GESTION DE LA CALIDAD. NUEVOS CONCEPTOS Y SU APLICACION EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO	16-27 Oct. 00	Zaragoza	IAMZ
	LA LOGISTICA AGROALIMENTARIA MODERNA. ADAPTACION ESTRATEGICA FRENTE A LOS CAMBIOS DEL MERCADO	20-24 Nov. 00	Zaragoza	IAMZ
	LA ORGANIZACION MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL MARKETING INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	5-9 Feb. 01	Zaragoza	IAMZ/OMC
	MARKETING DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	7-18 Mayo 01	Zaragoza	IAMZ
	EL COMERCIO ELECTRONICO. IMPACTO Y DESARROLLO FUTURO EN LA COMERCIALIZACION AGROALIMENTARIA	11-15 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	*MARKETING AGROALIMENTARIO	1 Oct. 01/7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y Elaiotecnia finaliza el 15 de Abril de 2001. El plazo de inscripción para los cursos de Producción Animal y Marketing Agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2001. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora Genética Vegetal, Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2002.

Los **cursos de corta duración** están orientados preferentemente a investigadores y profesionales relacionados en el desarrollo de sus funciones con la temática de los distintos cursos. El plazo de inscripción para los cursos de corta duración finaliza 90 días antes de la fecha de inicio del curso.

Los candidatos de países miembros del CIHEAM (Albania, Argelia, Egipto, España, Francia, Grecia, Italia, Líbano, Malta, Marruecos, Portugal, Túnez y Turquía) podrán solicitar becas que cubran los derechos de inscripción, así como becas que cubran los gastos de viaje y de estancia durante el curso. Los candidatos de otros países interesados en disponer de financiación deberán solicitarla directamente a otras instituciones nacionales o internacionales.

Para mayor información dirigirse a:
Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Apartado 202 - 50080 ZARAGAOZA (ESPAÑA)
Teléfono 976 716000 - Fax 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
Web http://www.iamz.ciheam.org

En la página Web se proporciona información sobre los cursos programados y se facilita el formulario de inscripción:
http//www.iamz.ciheam.org