Sumario

Producción Vegetal

Influencia de la fertilización nitrogenada y potásica en la calidad aromática de flores de *Lilium* "Starfighter".
Influence of nitrogen and potassium fertilization in the aromatic quality in Lilium *"Starfighter" flowers.*
G. Salazar-Orozco, M.C. Ruíz-Sánchez, L.A. Valdez-Aguilar, L. Pistelli, C. Ruíz-Olmos y A. Grassotti 3

Control de la *Fusariosis* vascular en clavel en el suroeste de España mediante la biodesinfección del suelo.
Control of Fusarium *vascular wilt on carnation using soil bio-disinfection in south west of Spain.*
A. García-Ruiz, D. Palmero, D.L. Valera, M. De Cara, C.A. Ruíz, A. Boix y F. Camacho 13

Producción Animal

Efecto de la suplementación con suero fetal bovino (FCS), albumia sérica bovina (BSA) y polivinil pirrolidona (PVP) en el medio de maduración in vitro de los ovocitos bovinos.
Effect of fetal calf serum (FCS), bovine albumin serum (BSA) and polyvinyl pyrrolidone (PVP) suplementation in bovine oocyte maturation medium in vitro.
J. Caínzos, M. Barrio, S. Ruibal, J.J. Becerra, L.A. Quintela y P.G. Herradón 25

Efecto de la immunocastración y de la castración quirúrgica sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal en cerdas Ibéricas de cebo.
The effect of immunocastration and surgically castration on growth performance and carcass quality in fattening period of Iberian female pigs.
J. Gómez-Fernández, S. Horcajada, C. Tomás, E. Gómez-Izquierdo y E. de Mercado 33

Análisis de la evolución del manejo en las explotaciones de toro de lidia. Desafíos del sector.
Analysis of the evolution of management system in figthing bull farms. Sector issues and challenges.
J.M. Lomillos, M.E. Alonso y V. Gaudioso 49

Evaluación de áreas ganaderas en la zona de amortiguamiento de una reserva natural en Chiapas, México.
Assessment of areas under livestock use in the buffer zone of a nature reserve in Chiapas, Mexico.
H. Gómez Castro, D. Galdámez Figueroa, F. Guevara Hernández, A. Ley de Coss y R. Pinto Ruiz 69

Economía Agraria

¿Conocimiento, medio ambiente o salud? Una investigación sobre los determinantes del consumo de alimentos ecológicos en España.
Knowledge, environment or health? Investigating the factors that explain organic food consumption in Spain.
B. López-Galán, A. Gracia y J. Barreiro-Hurle 86

Posicionamiento de envases en el mercado del aceite de oliva virgen extra: un estudio exploratorio.
Positioning of packaging in the market for extra virgin olive oil: an exploratory study.
M. Parras-Rosa, M. Vega-Zamora, F.J. Torres-Ruiz, E.M. Murgado-Armenteros y M. Gutiérrez-Salcedo 107

Influencia de la fertilización nitrogenada y potásica en la calidad aromática de flores de *Lilium* "Starfighter"

G. Salazar-Orozco[*,1], M.C. Ruíz-Sánchez[**], L.A. Valdez-Aguilar[***], L. Pistelli[****], C. Ruíz-Olmos[*] y A. Grassotti[*****]

* Dpto Prod Vegetal, Universidad de Almería, La Cañada de San Urbano s/n, 04120 Almería, España
** Dpto Riego, CEBAS (CSIC), P.O. Box 164, 30100, Murcia, España
*** Dpto Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México
**** Dpto Scienze Farmaceutiche, Università di Pisa, Via Bonanno 33, 56126 Pisa, Italia
***** CRAVIV. Via dei Fiori 8, 51012, Pescia PT. Italia

Resumen

Lilium es una planta ornamental productora de metabolitos secundarios, expresados como aroma floral que es una mezcla de compuestos aromáticos. El objetivo de este trabajo fue identificar los principales compuestos aromáticos de ésta fragancia floral y el efecto de la nutrición potásica y nitrogenada en su concentración en *Lilium* híbrido oriental "Starfighter" para flor de corte. Se cultivaron bulbos de *Lilium* "Starfighter" bajo seis tratamientos de fertirriego, divididos en dos grupos, con tres repeticiones cada uno; un grupo con 12 mM (Control), 5 mM y 1 mM de N y el otro con 10 mM, 7 mM (control), 5 mM y 0 mM de K; el tratamiento con 12 mM de N y 7 mM de K fue el mismo y se considero como control en ambos grupos. A las flores frescas se les determinó el porcentaje de producción de compuestos aromáticos por microextracción en fase sólida (SPME), y los resultados se compararon e identificaron con la base de datos de la biblioteca Adams. El contenido en porcentaje respecto al peso seco de N y K se determinó en muestras secas. El aroma de *Lilium* "Starfighter" resultó ser una mezcla principalmente de compuestos de bajo peso molecular como: 1,8-cineole, β-Ocimene, Linalool, Terpineol g-Terpineol, Myrtenyl acetate, 2- Methoxy-p-cresol, Methyl benzoate, 2,4 Demethylbenzaldehyde y Nonanal. La comparación entre el contenido de N y K en las muestras secas y el porcentaje identificado de compuestos aromáticos confirman que existe relación entre la nutrición suministrada con la concentración de compuestos aromáticos.

Palabras clave: *Lilium*, fertirriego, aroma floral, metabolitos secundarios, compuestos aromáticos.

Abstract
Influence of nitrogen and potassium fertilization in the aromatic quality in *Lilium* "Starfighter" flowers

Lilium "Starfighter" is an ornamental plant with production of secondary metabolites, expressed like as a floral scent and is a mixture of aromatic compounds. The aim of this work was to identify the main aromatic compounds in this floral scent, and the effects of potassium and nitrogen nutrition on their production and concentration. Bulbs of Easter Lily "Starfighter" were cultivated under six treatments of fertigation, divided into two groups, with three replicates each; one group with 12 mM (Control), 5 mM and 1 mM of N and the other with 10 mM, 7 mM (control), 5 mM and 0 mM K; on fresh flowers it was determinated the percentage of production of aromatic compounds by solid phase extraction, and their identification it was made by the library of Adams (2008); in dry was made the determination the contents in percentage of N and K. The floral scent of easter Lily "Starfighter" turns out to be a mix-

1. Autor para correspondencia: gso.salazar@gmail.com

ture mainly of low molecular weight compounds as: 1,8 cineole, β-Ocimene, Linalool, Terpineol g-Terpineol, Myrtenyl acetate, 2-Methoxy-p-cresol, Methyl benzoate, 2,4 Demethylbenzaldehyde and Nonanal. The comparison between the contents of N and K in the dry samples with the percentage of aromatic compounds identified, confirm a relationship between nutrition provided and the concentration of some aromatic compounds.

Key words: *Lilium*, fertigation, floral scents, secondary metabolites, aromatic compounds.

Introducción

La horticultura ornamental ha alcanzado gran importancia en el sector agrícola en México. El Estado de México, principal productor de ornamentales a nivel nacional, en 2007 situó al Lilium como uno de los cinco cultivos de mayor demanda, superado solamente por crisantemo, gladiolo, clavel, rosa y gerbera. La superficie cultivada con esta especie ha sido una de las que más se ha incrementado en los últimos años, no sólo a nivel nacional, sino también internacional (Rubí *et al*., 2009).

Con el establecimiento de esta planta en el mercado y bajo el esquema de producción intensiva, es necesario buscar alternativas que coadyuven a la mejora de la producción. En este sentido, la aplicación de fertilizantes pretende optimizar el rendimiento y mejorar los parámetros de calidad en todo tipo de plantas cultivadas y especialmente en cultivos ornamentales. Este es el caso de las especies de la familia *Asteraceae*, de importancia en alimentación, en los subproductos obtenidos por la industria, o en la producción de metabolitos secundarios, como colorantes y perfumes (Del Vitto y Petenatti, 2009).

Las plantas superiores gastan una cantidad significativa de nutrientes y energía en sintetizar una amplia variedad de moléculas orgánicas que no tienen un papel directo en los procesos de fotosíntesis, absorción, transporte o síntesis de proteínas, carbohidratos o lípidos; son los denominados metabolitos secundarios, que se diferencian de los metabolitos primarios por tener una distribución restringida, ya que su producción se limita a un género, una familia o incluso una especie, y se sintetizan en pequeñas cantidades. No obstante, los metabolitos secundarios realizan funciones importantes en la planta como conferir una mayor resistencia a enfermedades, en el control de malezas mediante la producción de compuestos alelopáticos, o incrementar el sabor de frutas y/o aroma de las flores (Palá, 2002; Oyama, 2005; Asaph *et al*., 2006).

El perfume o aroma es conferido al órgano vegetativo (hojas, flores o frutos), por una mezcla de aceites esenciales, fracciones líquidas volátiles generalmente destilables en agua o en corriente de vapor. Generalmente son mezclas complejas de más de 100 componentes de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, esteres y ácidos), terpenoides (monoterpenos, sesquiterpenos y diterpenos) y fenilpropanoides (Palá, 2002; Lee *et al*., 2004). Las principales rutas de biosíntesis de estos metabolitos secundarios derivan del metabolismo primario del nitrógeno (N) (Bourgaud *et al.,* 2001), y del carbono y se sintetizan a través de tres rutas: la del ácido mevalónico (activa en el citosol), para terpenoides, la del ácido siquímico, para los fenilpropanoides, y la vía metabólica de biosíntesis de ácidos grasos, para los compuestos alicíclicos (Palá, 2002; Ávalos y Pérez-Urria, 2009).

Durante siglos estos productos han sido usados en medicina tradicional y hoy en día también son valiosos como materia prima para la industria farmacéutica, cosmética y más recientemente la nutracéutica. Estudios realizados en los países occidentales, donde la

química es el pilar principal de la industria farmacéutica, indican que el 25% de las moléculas usadas son de origen natural (Bourgaud *et al.,* 2001).

Las fragancias florales han sido ampliamente estudiadas por el valor económico que representan los aceites esenciales en perfumería (Dudareva y Pichersky, 2000); entre los más estudiados está el de rosa (*Rosa* sp.), seguido por neroli (aceite extraído de las flores de *Citrus auratium*), ylang ylang (*Odorata cananga*) y manzanilla (*Matricaria chamomilla*) (Ortuño, 2006); sin embargo, el proceso de biosíntesis ha sido poco estudiado (Dudareva y Pichersky, 2000), posiblemente debido a la diferente estructura de los tejidos vegetales de las flores (Effmert *et al.,* 2005).

Los metabolitos secundarios se forman en los tejidos con clorofila, y se localizan en las vacuolas, la periferia interna o en el centro de los organelos citoplasmáticos y se transportan a otros tejidos, en concreto a los brotes en floración (García, 2004; De León, 2008). En relación a las funciones del nitrógeno y potasio, hay que destacar que una deficiencia de N disminuye la división y expansión celular y aumenta el grosor de las paredes, reduciendo así el tamaño de todos los órganos de la planta. Por otro lado, se sabe que el K es un activador de enzimas esenciales para la fotosíntesis y la respiración, así como contribuyente al potencial osmótico de las células, por lo que una deficiencia provoca alteraciones en diversos procesos metabólicos como el transporte y acumulación de compuestos nitrogenados libres o solubles; por el contrario cuando el nivel de K es alto se estimula la producción de ATP (Jarma *et al.,* 2010). Por estas razones el objetivo de este trabajo fue identificar los principales compuestos aromáticos en plantas de *Lilium* hibrido oriental y su relación con la nutrición mineral de N y K.

Materiales y métodos

El estudio fue realizado en 2010 en Pescia (PT), Italia, (43° 54' 00 " N y 10° 41' 00" E, 62 m sobre el nivel del mar) en un invernadero con enfriamiento pasivo, con temperatura máxima y mínima de 27,1 y 14,4 °C durante todo el ciclo de cultivo (agosto a noviembre) y una humedad relativa máxima y mínima de 93,8 y 56,7%. La radiación PAR promedio incidente durante la hora de mayor insolación (12:00 a 15:00 horas) fue de 225.6 μmol m^2s^{-1}.

Se utilizaron bulbos vernalizados de *Lilium,* híbrido oriental "Starfighter" de calibre 18-20 cm, que fueron plantados en contenedores de polietileno rígido (60 × 40 × 18 cm), a razón de 10 bulbos por contenedor y utilizando perlita grado 4 como sustrato. Antes de la plantación los bulbos se sumergieron en una solución fungicida de Benlate cuyo ingrediente activo es benomyl en dosis de 1 g l^{-1} durante 1 h.

Los tratamientos aplicados consistieron en seis soluciones nutritivas divididas en soluciones de diferente concentración nitrogenada: 1 mM de N, 5 mM de N, y soluciones con diferente concentración potásica: 0 mM K, 5 mM K, 10 mM K. La solución nutritiva de 12 mM de N y 7 mM K fue usada como control en ambos grupos de tratamientos. Se establecieron tres repeticiones para cada tratamiento. Las soluciones fertilizantes se confeccionaron utilizando nitrato sódico, nitrato potásico, fosfato mono potásico, sulfato de potasio, sulfato de magnesio, nitrato amónico, nitrato cálcico, nitrato de magnesio, cloruro cálcico, cloruro potásico, ácido fosfórico, tetraborato de sodio, molibdato de sodio, sulfato de manganeso, sulfato de cobre, sulfato de zinc y sulfato ferroso. Las tablas 1 y 2 muestran las concentraciones, el pH y la conductividad eléctrica para cada tratamiento. Las soluciones nutritivas fueron aplicadas con fertirriego durante 10 minutos, tres veces al día. El sistema de fertirriego consis-

Tabla 1. Concentración de macro y micronutrientes usados en las soluciones nutritivas bajo diferentes dosis de nitrógeno
Table 1. Concentration of macro and micronutrients used in nutrients solutions with varying doses of nitrogen

FUENTE mM	12 mM N (control) 7 mM K	5 mM N	1 mM N
NO_3^-	12,00	5,00	1,00
$H_2PO_4^-$	1,00	1,00	1,00
SO_4^{2-}	3,50	1,00	2,00
K^+	7,00	5,00	5,00
Ca^{2+}	4,00	2,50	2,50
Mg^{2+}	2,00	2,00	2,00
$Na_2B_4O_7*10H_2O$ [z]	47,85	47,85	47,85
$Na_2MoO_4*2H_2O$ [z]	0,11	0,11	0,11
$MnSO_4*H_2O$ [z]	9,25	9,25	9,25
$CuSO_4*5H_2O$ [z]	0,32	0,32	0,32
$ZnSO_4*7H_2O$ [z]	0,79	0,79	0,79
$FeSO_4$ [z]	44,80	44,80	44,80
pH	6,20	5,98	5,93
CE dS· M^{-1}	2,66	1,66	1,63

[z] μmol. Microelementos.

tió en un tanque de 200 L, una bomba de 1HP para cada tratamiento, conteniendo la solución nutritiva, y un sistema de distribución con cuatro emisores por contenedor, con un caudal nominal de 4 L h^{-1} cada uno. Los contenedores fueron distribuidos en el invernadero según un diseño completamente al azar de 6 tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Transcurridos 110 días desde la plantación se realizó la cosecha, separándose la planta completa en bulbo, raíces, tallos, hojas y flores; después fueron introducidas en estufa a 70ºC, hasta alcanzar peso constante. Sobre la materia seca se realizaron los análisis para determinar el contenido de macro y micronutrientes, la concentración de N con un analizador elemental Flash modelo EA 1112, serie Leco Truspec, y el resto de elementos con espectroscopia con ICP-OES, modelo Icap 6500 duo, Entrepid II XDL.

Para la identificación de los compuestos de la esencia floral se tomaron flores abiertas (aproximadamente 24 h antes de la cosecha) por repetición, las cuales fueron introducidas en un matraz de vidrio sellado con papel aluminio, durante 1 hora; transcurrido este tiempo se insertó la fibra apolar de polidimetilsiloxano para su saturación durante 10 min, cuidando de evitar la entrada y salida de aire del matraz, tras este tiempo se extrajo e inserto la fibra para la extracción e identifi-

Tabla 2. Concentración de macro y micronutrientes usados en las soluciones nutritivas bajo diferentes dosis de potasio
Table 2. Concentration of macro and micronutrients used in nutrients solutions with varying doses of potassium

FUENTE mM	7 mM K (control) 12 mM N	0 mM K	5 mM K	10 mM K
NO_3^-	12,00	12,00	12,00	12,00
$H_2PO_4^-$	1,00	1,00	1,00	1,00
SO_4^{2-}	3,50	1,00	3,00	4,00
K^+	7,00	0,00	5,00	10,00
Ca^{2+}	4,00	4,00	4,00	4,00
Mg^{2+}	2,00	2,00	2,00	2,00
$Na_2B_4O_7*10H_2O$ [z]	47,85	47,85	47,85	47,85
$Na_2MoO_4*2H_2O$ [z]	0,11	0,11	0,11	0,11
$MnSO_4*H_2O$ [z]	9,25	9,25	9,25	9,25
$CuSO_4*5H_2O$ [z]	0,32	0,32	0,32	0,32
$ZnSO_4*7H_2O$ [z]	0,79	0,79	0,79	0,79
$FeSO_4$ [z]	44,80	44,80	44,80	44,80
pH	6,20	6,11	5,90	5,87
CE dS· M^{-1}	2,66	1,70	2,42	2,91

[z] μmol. Microelementos.

cación de compuestos volátiles por microextracción en fase sólida (SPME) al cromatografo de gases, marca Varian Chrompack CP-3800, programado a 60 min, obteniendo los resultados de manera gráfica, tras lo cual la identificación de los compuestos se realizó por comparación espectral de los picos del cromatograma basada en la biblioteca de Adams (Adams *et al.,* 2008); los resultados se expresan como porcentaje de área relativa del gráfico. Con el fin de determinar la influencia de la nutrición nitrogenada y potásica en la producción de compuestos aromáticos se realizó un estudio comparativo de estos resultados con los datos de concentración de nitrógeno y potasio en flores de *Lilium* "Arcachon", hibrido asiático que no produce esencia floral que fue fertirrigado con las mismas dosis que el tratamiento control (12 mM N y 7 mM K).

Con el software de Excel se ordenaron los datos para calcular la ecuación cuadrática a través de una regresión simple; se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) con los resultados obtenidos, considerando de forma separada los tratamientos de N y K, utilizando el software Statgraphics Centurion XV y comparando las medias con la prueba de Diferencia mínima significativa de Fisher ($P \leq 0.05$).

Resultados y discusión

La fragancia del *Lilium* resultó ser una mezcla de terpenos (1,8-cineole; β-ocimene; linalool; 2-Methoxy-p-cresol; terpineol; g-terpineol y Myrtenyl acetate), aldehídos (2,4 Dimetylbenzaldehyde y Nonanal) y ésteres (Metylbenzoate); todos ellos compuestos de bajo peso molecular (Dudareva and Pichersky, 2008), presentes en distintas concentraciones en todos los tratamientos. Los compuestos presentes a más alta concentración correspondieron al Methyl benzoate y el Linalool (Tabla 3). La concentración de Methyl benzoate fue significantemente menor en plantas irrigadas con soluciones conteniendo una concentración de 5 mM N, aunque estas plantas mostraron también la mayor concentración de Linalool (Tabla 3). Cuando las plantas fueron irrigadas con soluciones conteniendo altos niveles de K se produjo una mayor concentración de Linalool.

Dentro del grupo de los terpenos de interés industrial, entre otros por su toxicidad contra los insectos (Lee *et al.,* 2004), se ha identificado al 1,8-cineole, el cual está presente en el aceite de varias especies de la familia *Myrtaceae*. Los resultados obtenidos en este *Lilium* muestran que a mayor concentración de N y K mayor es la concentración de este compuesto (Tabla 3). La concentración de este terpeno (1%) en plantas irrigadas con niveles bajos de N (1 y 5 mM) y ausente de K (0 mM) fue similar al observado en *Eucalyptus caesia* Benth; sin embargo, en plantas irrigadas con niveles óptimos de N (12 mM) y con altos niveles de K (7 y 10 mM) la concentración fue mayor y comparable a la concentración identificada en los aceites de hojas y tallos jóvenes de *Callistemum sieberi* y *Melaleuca ericifolia,* y en hojas jóvenes de *Eucaliptus nicholi*i. Se ha comprobado que a dosis altas el 1,8-cineole tiene un potencial insecticida contra *Sitophilus oryzae* (Lee *et al.,* 2004).

El β-ocimene ha sido identificado en flores de *Citrus unshiu* Marc (Shimada *et al.,* 2005) y en el aroma floral de *Silene latifolia*, planta reconocida por el aroma de sus flores, lo que permite usarla como atrayente de polinizadores (Grajales-Conesa *et al.,* 2011). Observamos una concentración de β-ocimene entre 9,2% en las plantas de *lilium* tratadas con la concentración más baja de N, y 26,6% en plantas con 12 mM N y 7 mM K (Tabla 3). Dötterl *et al.,* (2005) indican una concentración relativa más baja (1,91%) a lo que observamos en el presente estudio. Encontramos una relación positiva del contenido de β-ocimene y la concentración de N en la solución nutritiva, mientras que la relación de este compuesto con el K fue negativa.

Similar al β-ocimene, la producción de Linalool estuvo influenciada por la concentración de N y K en la solución nutritiva. El Linalool se ha identificado en frutos de *Actinidia arguta* en una concentración de 2,2% (Matich *et al.,* 2003), en flores jóvenes de *Syringa oblata* en concentración de 3,43% (Guang *et al.*, 2006), en mieles florales de cítricos (Castro, 2009), así como en diversas plantas (Dötterl *et al.,* 2006). En el aroma de rosa, la esencia floral más estudiada por su valor económico, se mencionan valores del 3% (Mlcek y Otakar, 2011). En las plantas de *Lilium* Starfigther irrigadas con baja concentración de K encontramos concentraciones muy bajas de Linalool, mientras que con soluciones de 7 y 10 mM de K la concentración del compuesto aumentó. Las plantas irrigadas con soluciones con 12 mM N mostraron la concentración más alta de Linalool (Tabla 3).

De los compuestos Terpineol y g-Terpineol, sólo el primero presentó cambios significativos en concentración en respuesta al N y al K (Tabla 3). Estos compuestos son de aroma agradable y en general se obtienen industrialmente de manera sintética. Finalmente, del grupo de los terpenos se ha identificado Myrtenyl acetate, de aroma agradable (FAO,

Tabla 3. Concentración en porcentaje de compuestos volátiles en flores de *Lilium* "Starfighter" según tratamientos nitrogenados y potásicos

Table 3. Concentration as a percentage of volatile compounds in flowers of Lilium *"Starfighter" in itrogen and potassium treatments*

Tratamiento		1,8-cineole	β- Ocimene	Linalool	Terpineol	g-Terpineol	Myrtenyl acetate	2-Methoxy-p-cresol	Methyl benzoate	2,4-Dimethylbenzaldehyde	Nonanal
NITROGENO	1 mM N	1,00 b [z]	9,27 ab	18,55 b	1,00 b	0,62	1,00	1,00 b	37,45 a	10,68 a	1,00 b
	5 mM N	1,00 b	15,01 b	59,75 a	1,00 b	1,12	1,00	1,98 a	1,00 b	3,45 b	18,72 a
	12 mM N *	2,18 a	26,57 a	30,97 b	2,03 a	2,12	2,04	1,00 b	32,12 a	1,61 b	1,00 b
	ANOVA	***	**	**	*	NS	NS	***	***	**	**
	Ecuación cuadrática	$Y= 0,5835x^2-1,7505x+2,17$	$Y= -2,8835x^2-2,8575x+9,19$	$Y= -34,99x^2+146,17-92,63$	$Y=0,5165x^2-1,5495x+2,17$	$Y= 0,2509x^2-0,2532x+0,62$	$Y= 0,5195x^2-1,5585x+2,04$	$Y= -0,98x^2+3,92x-1,94$	$Y= 33,785x^2-137,81x+141,47$	$Y= 2,692x^2-15,33x+23,31$	$Y=-17,72x^2+70,88x-52,16$
	R^2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
POTASIO	0 mM K	1,00 b	18,29 ab	1,00 c	1,00 b	2,33	1,00	1,98 a	53,78	4,367	25,35 a
	5 mM K	2,05 a	20,73 ab	1,00 c	1,00 b	0,84	1,00	1,00 b	44,68	2,71	29,21 a
	7 mM K *	2,17 a	26,57 a	30,97 a	2,03 a	2,19	2,04	1,00 b	32,12	1,61	1,00 b
	10 mM K	2,17 a	12,36 b	14,40 b	1,00 b	1,92	1,00	1,00 b	44,33	1.,00	17,63 a
	ANOVA	*	*	***	**	NS	NS	***	NS	NS	***
	Ecuación cuadrática	$Y= -0,2617x^2+1,6708x-0,37$	$Y= 4,1625x^2+19,617x+1,66$	$Y= 4,1425x^2+27,729x-26,41$	$Y= -0,2457x^2+1,3946x+3,21$	$Y= 0,3238x^2-1,6143x+3,41$	$Y=0,2598x^2+1,4026x-0,30$	$Y=0,2457x^2-1,5237x+3,21$	$Y= 5,3275x^2-30,729x+80,59$	$Y=0,2605x^2-2,4227x+6,53$	$Y=3,1925x^2-21,099+47,10$
	R^2	0,97	0,74	0,52	0,40	0,32	0,40	0,93	0,83	1,00	0,37

[z] Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba Diferencia mínima significativa de Fisher con $P \leq 0.05$.

2010), y cuya concentración no resultó afectada por los niveles de N y K aplicados en la solución nutritiva; se han identificado trazas en plantas de *Artemisia* sp, *Chrithmum maritimum* y *Psidium guajava*.

En la esencia floral de *Lilium* Starfigther se identificaron los aldehídos 2,4 Dimethylbenzaldehyde y Nonanal, el primero, principalmente obtenido de manera sintética, de aroma y sabor dulce. El 2,4 Dimethylbenzaldehyde mostró un comportamiento inversamente proporcional a la concentración de N y K, si bien las diferencias fueron significativas únicamente entre los tratamientos de 1mM y 5 mM de N (Tabla 3). La concentración de Nonanal mostró un comportamiento más inconsistente Este compuesto ha sido identificado en concentraciones muy bajas en mieles florales de *Citrus limon* (Escriche *et al.,* 2011), flores de *Cyclamen persicum* y *Cyclamen purpurascens* (Ishisaka *et al.,* 2002) y *Mimusops elengi* (Rout *et al*., 2010).

Del grupo de los ésteres se identificó Methyl benzoate en concentraciones altas, similares a las reportadas en la fragancia de *Antirrhinum majus* (Dudareva *et al*., 2000; Kolosova *et al.,* 2001) y *Petunia* sp. (Negre *et al*., 2003; Verdonk, *et al*., 2003).

La comparación de los datos de concentración de N y K entre las flores de *Lilium* "Arcachón" y *Lilium* "Strfighter", objeto de este estudio, muestran diferencias estadísticamente significativas entre un híbrido y otro (Tabla 4).

Tabla 4. Concentración de nitrógeno y potasio en muestras secas de flor de *Lilium* hibrido oriental "Starfighter" y "Arcachon"
Table 4. Nitrogen and potassium concentration in dried samples of oriental lily flower "Starfighter" and asiatic lily flower Àrcachon"

	Tratamiento	Concentración de nitrógeno %	Concentración de potasio %
NITROGENO	1 mM N	2,25 c [z]	3,32 b
	5 mM N	2,61 b	3,19 b
	12 mM N	2,87 a	3,15 b
	L. "arcachon"	1,89 d	3,86 a
	ANOVA	***	**
	CV%	16,14	9,42
	LSD	0,97	0,72
POTASIO	0 mM K	2,78 ab	2,79 b
	5 mM K	2,56 b	2,87 b
	7 mM K	2,87 a	3,15 ab
	10 mM K	2,59 ab	3,08 b
	L. "arcachon"	1,89 c	3,86 a
	ANOVA	***	**
	CV%	14,38	14.70
	LSD	0,88	1,07

[z] Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba Diferencia mínima significativa de Fisher con $P \leq 0.05$.

Las concentraciones de K en las flores de los distintos tratamientos del híbrido Starfighter no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 4) mientras que el aumento en la concentración de N en respuesta al incremento en la aplicación de N (Tabla 4) coinciden con las variaciones en las concentraciones de compuestos como 1,8-cineole, β-ocimene, Linalool, Methyl benzoate, 2,4 Dimethylbenzaldehyde y Nonanal (Tabla 3).

Conclusiones

El aroma de *Lilium* "Starfighter" es una mezcla de terpenos, ésteres y aldehídos, cuya concentración fue modificada por la nutrición nitrogenada y potásica suministrada durante el cultivo. La fertilización nitrogenada aumenta la concentración de terpenos como Linalool, mientras que niveles de K bajos aumentan la concentración de Methyl benzoate.

Bibliografía

Ávalos A and Pérez-Urria CE, 2009. Plant secondary metabolism. Reduca (Biology). Serie Veg. Physiol., 2 (3), 119-145.

Asaph A, Maarten J, Tok-Yong K, Man-Bok R, Ashok G, Verstappen F, Schwab W and Harro B, 2006. Metabolic engineering of terpenoid biosynthesis in plants. Phytochem. Rev., 5, 49-58.

Bourgaud F, Gravot A, Milesi S. and Gontier E, 2001. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. Plant Sci., 161, 839-851.

Castro L, Díaz M, González M and Pérez M, 2009. Differentiation of monofloral Citrus, Rosemary, Eucaliptus, Lavender, thyme and heather honeys based on volatile composition and sensory descriptive analysis. F. Chem., 112, 1022-1030.

De León M, 2008. Comparing performance of essential oil of two species of eucalyptus (*Eucalyptus citriodora Hook* y *Eucalyptus camaldulensis Dehnh*), using hydrodistillation method a laboratory scale. Engineer College, University of San Carlos de Guatemala. Pp. 135.

Del Vitto L and Petenatti E, 2009. Asteraceae of economic and environmental importance. Part one. Synopsis morphological, ecological and industrial plants of interesting. Multequina. 87-115.

Dötterl S, Wolfe L and Jürgens A, 2005. Qualitative and quantitative analyses of flower scent in *Silene latifolia*. Phytochem., 66, 203-213.

Dötterl S, Burkhardt D, Weiβbecker B, Jürgens A, Schütz S and Mosandl A, 2006. Linalool and lilac aldehyde/ alcohol in flower scents electrophysiological detection of lilac aldehyde stereo isomers by a month. J. of Chromatography A., 1113, 231-238.

Dudareva N and Pichersky, 2000. Biochemical and molecular genetic aspects of floral scents. Plant Physiol., 122, 627-633.

Dudareva N, Murfitt L, Mann C, Orenstein N, Kolosova N, Kirsh C, Wood K, 2000. Developmental regulation of methyl benzoate and emission in Snapdragon flowers. Plant Cell., 12, 949-961.

Dudareva N and Pichersrky E, 2008. Metabolic engineering of plant volatiles. Current Opinion in Biotechnology. 19: 181-189.

Effmert U, Grobe J, Röse U, Ehrig F, Kagi R and Piechulla B, 2005. Volatile composition, emission pattern and localization of floral scent emission in Mirabilis Jalapa (Nyctaginaceae). Am. J. Bot., 92(1), 2-12.

Escriche I, Kadar M, Juan-Borrás M and Domenech E, 2011. Using flovonoids, phenolic compounds and headspace volatile profile for botanical authentication of lemon and orange honeys. Food Res. Inter., 44, 1504-1513.

FAO, 2010. Specifications for flavoring. Myrtenyl acetate. Available at: http://www.fao.org/ag/agn/jecfaflav/details.html?printable=true&flavId=4132.Consulted January 09, 2012.

García D, 2004. Secondary metabolites of plant species. Grass and fodder. 27(1), 1-12.

Grajales-Conesa J, Meléndez-Ramírez V and Cruz-López L, 2011. Floral scents and their interac-

tion with insects pollinators. Rev. Mex. Bio., 82, 1356-1367.

Guang Z, Lee M and De Shen L, 2006. Analysis of volatile compounds emitted from fresh *Syringa oblate* flowers in different florescence by headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. Anal. Chim. Act, 576, 43-49.

Ishisaka H, Yamada H and Sasaki K, 2002. Volatile compounds in the flowers of *Cyclamen persicum*, *C. purpurascens* and their hybrids. Sci. Hort., 94,125-135.

Jarma A, Combat E and Cleves J, 2010. Nutritional aspects of *Stevia rebaudiana* (Bertoni). A review. Colombian Agronomy. 28(2), 199-208.

Kolosova N, Sherman D, Karlson D and Dudareva N, 2001. Cellular and subcellular localization of S-Adenosyl –L– methionine: Benzoic acid carboxyl Methyltransferase, the enzyme responsabile for biosynthesis of the volatile ester methyl benzoate in Snapdragon flowers. Plant Physiol., 126(3), 956-964.

Lee B, Annis P, Tumaalii F and Choi W, 2004. Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1.8-cineole against 3 major stored-grain insects. J. of Stored Products Research 40, 553-564.

Matich A, Young H, Allen J, Wang M, Fielder S, McNeilage M and MaCrae E, 2003. *Actinidia arguta*: volatile compounds in fruit and flowers. Phytochem., 63, 285-301.

Mlcek J and Otakar R, 2011. Fresh edible flowers of ornamental plants a new source of nutraceutical foods. Trends in Food Sci. Tec., 22, 561-569.

Negre F, Kish C, Boatright J, Underwood B, Shibuya K, Wagnerd C, Clark D and Dudareva N, 2003. Regulation of emission after pollination in Snapdragon and Petunia flowers. Plant Cell., 15, 2992-3006.

Ortuño M., 2006. Practical Handbook of oils, fragrances and perfumes. Aiyana Edition. Madrid, Spain. Pp 276.

Oyama-Okubo N, Ando T, Watanabe N, Marchesi E, Uchida K. and Masayoshi N, 2005. Emission Mechanism of Floral Scent in *Petunia axillaris*. Bios. Biotec. And Biochem., 69 (4), 773-777.

Palá J, 2002. Contribución al conocimiento de los aceites esenciales del Género *Eryngium* L. en la Península Ibérica. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. Pp. 276.

Rout P, Sahoo D and Misra L, 2010. Comparison of extraction methods of *Mimusops elengi* L. flowers. Industrial crops and Products. 32, 678-680.

Rubí M, Olalde V, Reyes B, González Huerta A y Aguilera L, 2009. Influencia de *Glomus fasciculatum* en el crecimiento y desarrollo de *Lilium* sp. cv Orange pixie. Agric., Tec. 35(2), 201-210.

Shimada T, Endo T, Fujii H, Harab M and Omura M, 2005. Isolation and characterization of (E) beta-ocimene and 1,8 cineole synthases in *Citrus unshiu* Marc. Plant Sci., 168, 987-995.

Verdonk J, Vos de Ric C, Verhoeven H, Haringa M, van Tunen A and Schuurink R, 2003. Regulation of floral scent production in petunia revealed by target metabolomics. Phytochem., 62, 997-1008.

(Aceptado para publicación el 6 de junio de 2012)

Control de la *Fusariosis* vascular en clavel en el suroeste de España mediante la biodesinfección del suelo

A. García-Ruiz*, D. Palmero**,[1], D.L. Valera***, M. De Cara***, C.A. Ruíz***, A. Boix*** y F. Camacho***

* IFAPA. Chipiona Camino de Esparragosa s/n. 11550. Cádiz. España
** EUIT Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid. 28040. Madrid. España
*** Universidad de Almería. Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería. España

Resumen

El presente trabajo presenta una evaluación de las alternativas no químicas al 1,3 dicloropropeno + cloropicrina (AGROC) usado para el control de la fusariosis vascular en clavel en campos experimentales del suroeste de España. Esta enfermedad ha sido un factor limitante en todas las regiones del mediterráneo para poder mantener el cultivo durante 2 años. Tiempo éste necesario para obtener un rendimiento económico aceptable. La desinfección del suelo está basada en el compostado de la materia orgánica, que combinada o no con la solarización, es agrupada bajo la denominación de biodesinfección. Los tratamientos evaluados fueron: compost de alperujo con o sin solarización (31días), compost de residuos post-cosecha de clavel y crisantemo con y sin solarización, compost de residuos post-cosecha de clavel y crisantemo + gallinaza con y sin solarización.

La gravedad de la enfermedad y la producción de flores se evaluaron semanalmente durante los 2 años que duró el experimento. Los resultados mostraron que la biodesinfección del suelo utilizando compost de clavel y crisantemo + gallinaza + solarización confiere una aceptable protección contra la fusariosis vascular durante los 2 años que dura el cultivo. La producción fue significativamente mayor que en cualquier otro de los tratamientos. Los resultados además sugieren que la adición de la gallinaza y el uso del polietileno estándar de alta densidad (HDPE) de forma conjunta fueron el factor clave en el éxito de la desinfección. No hubo efecto de la solarización sola, posiblemente debido a la época en la cual se aplicó.

Palabras clave: *Fusarium oxysporum f. sp. dianthi*, biofumigación, miniclavel.

Abstract
Control of *Fusarium* vascular wilt on carnation using soil bio-disinfection in south west of Spain

Non-chemical alternatives to 1,3 dicloropropene + chloropicrine (AGROC) used for the control of *Fusarium* wilt of carnation were evaluated in field experiments. This disease is a limiting factor for carnation cultivation for two consecutive years in all the Mediterranean regions. This period is needed for an acceptable yield. Soil disinfection is based on composted organic matter combined or not with solarization and grouped under the denomination of biodisinfection: Several organic materials were tested: compost of alperujo with and without solarization (31 days), post-harvest residues of compost of carnation and chrysanthemum post-harvest residues with and without solarization, compost of carnation and chrysanthemum post-harvest residues + hen manure with and without solarization.

The severity of the disease and flower production was weekly evaluated during the two years that lasted the experiment. Experimental results showed that soil biodisinfection using compost of carnation and

1. Autor para correspondencia: daniel.palmero@upm.es

chrysanthemum + hen manure + solarization confers a suitable protection against the Fusarium vascular wilt during two years. Production was significantly higher than with any of the disinfection treatments tested. Results also suggest that the combination of hen manure and standard high-density polyethylene film (HDPE) was the key factor to the success of the disinfection. There was no effect of solarization alone, possibly linked to the season of application.

Key words: *Fusarium oxysporum* f sp *dianthi*, biofumigation, mini-carnation.

Introducción

El área más importante de producción de clavel en España se localiza en las provincias de Cádiz y Sevilla (sur de España). 297 ha de un total de 744 en todo el país producen alrededor de 46566 miles de docenas de flores por año (el 42% de la producción total). Las flores de crisantemo y lirio también son producidas en este mismo área de la costa del noreste de Cádiz (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2010). La producción de flor cortada supone una cantidad anual superior a los 200 millones de euros, y da empleo a unas 6.000 personas. El uso de fumigantes químicos para la desinfección del suelo es una práctica ampliamente utilizada en los cultivos para flor cortada.

Investigaciones desarrolladas desde 2004 hasta el 2007 en 247 invernaderos de producción de clavel (34 ha encuestadas sobre un total de 553 ha de flor cortada en las provincias de Cádiz y Sevilla), revelaron que la marchitez ocasionada por la fusariosis vascular estaba presente (García-Ruíz *et al*., 2009). La misma enfermedad se había citado anteriormente como un factor limitante en otras áreas de producción como Reino Unido (English, 1974), EEUU (Baker, 1980), Francia (Tramier, 1986), Italia (Garibaldi y Gullino, 1987), Holanda (Bayeen, 1988), Murcia (Tello y Lacasa, 1990), Galicia (Andrés-Ares, 1995) o Colombia (Pizano, 2000).

Las dificultades para un control efectivo de la marchitez producida por *Fusarium* han ido en aumento debido a la prohibición de uso del bromuro de metilo como fumigante del suelo. Este trabajo muestra los resultados del ensayo de alternativas para el 1,3 dicloropropeno + cloropicrina utilizado en cultivos de clavel bajo invernadero y da información útil para otros países productores de clavel en el área mediterránea. Nos referiremos a tratamientos como los de biodesinfección (Alabouvette *et al*. 2009; Bello *et al*. 1999 y Diez Rojo, 2010). El término biodesinfección se refiere al uso de diversos tipos de materias orgánicas (restos de cosecha, estiércoles poco hechos y otros residuos vegetales) que al descomponerse en el suelo húmedo liberan moléculas tóxicas para artrópodos, nematodos, hongos, bacterias, virus. Las mencionadas moléculas pueden ejercer un doble efecto, por un lado sobre los microorganismos patógenos y por otro favoreciendo poblaciones microbianas antagonistas.

Dentro de ese concepto de biodensinfección, dos técnicas han sido desarrolladas, por una parte la biofumigación y por otra la biosolarización. Se diferencian en la aplicación de solarización. Es decir, mientras que en la biofumigación se produce el compostado de la materia orgánica poco descompuesta enterrada en presencia de humedad permanente a capacidad de campo, en la biosolarización dicho compostado se acompaña de 4 semanas de solarización. Bien es cierto que existen variantes. Así, en ausencia de fuerte radiación solar, el suelo se ha cubierto de plástico (transparente u opaco), o se ha acolchado con restos vegetales y el efecto ha sido equiparable al de una biosolarización, en la cual, como se sabe, se suma el efecto desinfectante de la solarización.

El trabajo tuvo una motivación esencial: buscar sustitución a los fumigantes químicos del suelo mediante el uso de la biosolarización utilizando para ello residuos del propio cultivo. El bromuro de metilo, usado en la zona de manera generalizada fue prohibido en el año 2005. El 1,3 dicloropropeno (DD) y la cloropicrina estaban en revisión en la Unión Europea, con resultados previos de supresión del 1,3 dicloropropeno y consiguientes moratorias hasta la actualidad. Ante esta situación parecía oportuno aprovechar las materias orgánicas de fácil acceso, comenzando por los propios restos de cosecha, fuente de inóculo primario de la fusariosis vascular, además de erigirse en un factor estético negativo en los entornos de las explotaciones agrarias.

Materiales y métodos

Diseño experimental

Las pruebas se desarrollaron en un invernadero de 600 m^2 con cubierta de polietileno transparente de 0,2 mm de grosor (800 galgas). El clavel (*Dianthus caryophillus*) fue cultivado durante los últimos 8 años en el mismo invernadero en monocultivo con una incidencia de fusariosis vascular en el último año de cultivo (2003/2004) de un 30% de plantas muertas. Los ensayos duraron 2 años. Al final del primero las plantas fueron cortadas para permitir el rebrote durante el segundo. La cosecha total se obtiene como suma de los dos años (40% y 60% de la producción final, respectivamente). El manejo cultural fue el habitual de un cultivo comercial de clavel en el área. Los tratamientos de desinfección empezaron el 10 de mayo y terminaron el 10 de junio. El trasplante se hizo en junio del 2004. Las plantas se podaron en junio del 2005, y finalmente arrancadas en junio del 2006.

Se utilizó un diseño de bloques aleatorios, con 4 repeticiones por tratamiento, de esta manera, 108 plantas de clavel (cv. "Medea", susceptible a todos los patotipos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* (Fod)) fueron cultivadas en cada parcela experimental (1,7 x 4 m).

Una vez que se preparó el suelo y antes de cualquier tratamiento de fumigación se inoculó el patógeno (Fod raza 2). El aislado inoculado se obtuvo en 2003 de plantas enfermas cv. "Medea" del mismo invernadero y de otros, seleccionados en un bioensayo donde una gran cantidad de aislados fueron obtenidos. Aislados monoconídicos se multiplicaron en 15 ml de medio agarizado estéril (agar, 10 g; extracto de malta, 10g; 1-asparagina, 2g; fertilizante (Peter´s Foliar Feed 27-15-12), 0,5g; agua destilada, 1.000 ml) antes de inocularlos. Cuando las colonias llenaron la placa Petri de 9 cm de diámetro, se trituraron en 1.000 ml de agua estéril (10^3 UFC•ml^{-1}).

La suspensión del inóculo se aportó, uniformemente, a cada parcela (1.520 ml) y el suelo se labró superficialmente para incorporar el inóculo. Después de la inoculación, la aplicación de los tratamientos se realizó en todas las parcelas elementales respetando una zanja en todo el perímetro de 25 cm de profundidad para evitar cualquier deriva entre los tratamientos.

Para alcanzar el objetivo básico del trabajo, se valoró la enfermedad en el campo examinando el xilema de las plantas que mostraban síntomas de marchitez o amarilleamiento. El procedimiento era cortar uno de los brotes de la planta enferma y confirmar la necrosis vascular con análisis micológicos de plantas tomadas al azar en el laboratorio. Por otro lado se estimó que la evaluación de la producción de flores era un parámetro esencial para establecer una relación entre el porcentaje de plantas muertas y/o enfermas y la producción final.

Tratamientos desinfectantes

Los tratamientos evaluados como alternativas no químicas al 1,3 dicloropropeno + clo-

ropicrina fueron: compost de alperujo con o sin solarización (31días), compost de residuos post-cosecha de clavel y crisantemo con y sin solarización, compost de residuos post-cosecha de clavel y crisantemo + gallinaza con y sin solarización (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos de desinfección ensayados
Table 1. Disinfection treatments tested

Tratamiento	Dosis	Código	Observaciones
Compost de alperujo	12 kg·m-2	ALP+BIOF	Incorporado al suelo.
Compost de alperujo + solarización	12 kg·m-2	ALP+BIOS	Polietileno estándar de alta densidad (PE-de 0,037 mm), 31 días.
Compost de residuos de clavel y crisantemo	12 kg·m-2	CL+CR+BIOF	Incorporado al suelo.
Compost de residuos de clavel y crisantemo + solarización	12 kg·m-2	CL+CR+BIOS	Polietileno estándar de alta densidad (PE- de 0,037 mm), 31 días.
Compost de residuos de clavel y crisantemo + gallinaza	5 kg·m-2 compost + 5 kg·m-2 gallinaza	CL+CR+GALL+BIOF	Incorporado al suelo.
Compost de residuos de clavel y crisantemo + gallinaza + solarización	5 kg·m-2 compost + 5 kg·m-2 gallinaza	CL+CR+GALL+BIOS	Polietileno estándar de alta densidad (PE- de 0,037 mm), 31 días.
1,3 dicloropropeno + (60,8% p/p+ 33% p/p)	50 g·m-2 chloropicrina	AGROC	Polietileno estándar de alta densidad (PE- de 0,037 mm), 20 días.
Testigo		TESTIGO	Sin tratamiento.

Desinfección aplicando el fumigante químico

El fumigante seleccionado fue el 1,3-dicloropropeno (1,3-D) en combinación con cloropicrina (AGROC) (AGROCELHONE® que contiene 80,3% dicloropropeno (60,8% p/p) p/v; y 44% cloropicrina (33,3% p/p) p/v). Fue aplicado por una empresa autorizada mediante inyección a través de tubos perforados (64 inyecciones•m^2) fijados en el suelo a una profundidad de 20-30 cm, seguido por una cobertura del suelo durante 20 días con plástico de polietileno transparente de alta densidad (HDPE) de 0,037 mm (150 galgas) usado comúnmente para la fumigación del suelo. El uso de HDPE además puede reducir las emisiones producidas en la fumigación (Ajwa *et al*., 2002). Los esquejes de clavel se plantaron 48 horas después de levantar el plástico (12 de junio).

Desinfección aplicando materia orgánica con o sin solarización (Biodesinfección)

Se utilizo materia orgánica de diferentes orígenes.

a) Compost de alperujo (principal subproducto de la industria del aceite de oliva (Albuquerque *et al*., 2006)): El compost fue preparado y proporcionado por la Universidad de Sevilla (España) e incorporado al suelo mediante una labor de fresadora (12 Kg•m^2).

b) Compost de residuos post-cosecha de clavel y crisantemo: Se cogieron plantas de del último cultivo realizado en el mismo inver-

nadero y donde el 30% de las plantas presentaron síntomas de fusariosis vascular. Los residuos se sometieron a un proceso de compostaje al aire libre en pilas abiertas, con montones de sección trapecial de 2-2,5 m de ancho y 1,8-2 m de alto, con un volumen total aproximado entre 20-30 m^3. Para favorecer la aireación y la homogeneidad del producto final, se realizó un volteo semanal con pala mecánica y se humedeció en caso de necesidad. Para facilitar la actividad de los microorganismos responsables de la descomposición, al material se le adicionó 2.5 kg de nitrato amónico antes del compostaje. Semanalmente se realizaron controles de temperatura en las pilas de compostaje, a fin de seguir la evolución del proceso y controlar que este se desarrollase en condiciones aeróbicas. El proceso de compostaje se inicio en enero de 2004 y finalizo en mayo. El material vegetal procedía de restos de poda, destrío, etc. del cultivo anterior, donde había un 30 % incidencia de Fod y restos de crisantemo de cultivos de la finca donde se ha realizado el ensayo. La relación C/N antes de agregarla al suelo era de 30,71.

c) Gallinaza+residuos post-cosecha de clavel y crisantemo: Los residuos post-cosecha de clavel y crisantemo se compostaron siguiendo el procedimiento anteriormente descrito e incorporados mediante una labor de fresadora en la proporción de 5 $Kg \bullet m^{-2}$ de compost de clavel y crisantemo, y 5 $kg \bullet m^{-2}$ de gallinaza sin compostar. Los tratamientos descritos anteriormente fueron aplicados con y sin solarización, y con cobertura del suelo con HDPE de 0,037 mm durante 31 días (10 de mayo al 10 de junio, 2004). No hubo tratamiento de desinfección en las parcelas control, aunque se agregó inoculo de Fod.

La forma de manejar los ensayos de campo en aspectos como irrigación, poda, tratamientos plaguicidas, cosechas, etc. fue la habitualmente utilizada en la zona para obtener la mayor producción.

Parámetros medidos

La gravedad de la enfermedad se evaluó semanalmente durante los dos años que duró el experimento. Para evaluar los síntomas se utilizó una escala simple, esto es debido a que la densidad de plantación y edad de las plantas impiden una escala más complicada pues el amarilleamiento de las hojas puede ser originado por causas no parasitarias.

La escala utilizada fue: 0, planta sana; 1, planta con al menos el 50% de los tallos con síntomas de enfermedad (incluyendo la necrosis del xilema del tallo); y 2, planta muerta. Los resultados se presentan como el área bajo la curva de la progresión de la enfermedad durante el ciclo de crecimiento y al final del experimento (Jeger y Viljanen-Rolliston, 2001).

La producción comercial de flores (expresada como producción acumulada en número de tallos por metro cuadrado) también se evaluó, siguiendo la época de cosecha habitual en la zona consistente en 31 cortes (cosechas), para ello se seleccionaron 48 plantas de la parte central de cada parcela elemental para su evaluación (192 por tratamiento) evitando de esta manera el efecto borde. La clasificación de la calidad se realizó de acuerdo a la normativa de la Unión Europea para la flor cortada ((ECC) No. 316/68 del Consejo de Regulación). Agrupándose la producción en flores comerciales y no comerciales.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1 (StatPoint, Inc. 2325 Dulles Corner Boulevard Suite 500 Herndon, Virginia 20171). El análisis de la varianza se hizo para cada variable seguido del test de Tukey para grupos homogéneos por lo que los números con la misma letra no difieren significativamente. Adicionalmente, se hicieron regresiones simples y múltiples para estudiar la correlación entre la gravedad de la enfermedad y las producciones.

Resultados

Al final del segundo ciclo de cultivo (junio 2006), 1,3 dicloropropeno + cloropicrina y el compost de residuos de clavel y crisantemo con gallinaza y solarización mostraron menor incidencia de la enfermedad que el testigo (Tabla 2).

Para poder comparar dentro de los tratamientos es esencial conocer la relación entre la producción de flores (31 cosechas durante 24 meses) y la gravedad de la enfermedad a lo largo de 2 años.

Las primeras plantas con síntomas de la enfermedad aparecieron a los 67 días de la plantación, cuando la cosecha aún no había comenzado (Figura 1) y se presentaron en los tratamientos AL + BIOS (6,25% de plantas enfermas), CL + CR + BIOS) (2,8%), CL + CR + GALL + BIOF (1,04%), y AGROC (3,12%).

Los resultados de las producciones se presentan en la Tabla 3. Se dan la producciones acumuladas para las fechas más significativas: a los 119 ddp (dia de los Santos, uno de noviembre), 252 ddp (Semana Santa mediados de marzo) y 300 ddp (día de la madre, 1 ó 7 de mayo). La progresión de la enfermedad en la primera campaña se presenta en la Figura 1. A los 252 días de la plantación el tratamiento AGROC mostró un porcentaje de plantas enfermas del 22,9%, similar al resto de los tratamientos y el tratamiento CL + CR + GALL +

Tabla 2. Gravedad de la fusariosis vascular en clavel. Resultados expresados como el área bajo la curva del progreso de la enfermedad al final de cada campaña de producción (valores acumulados)
Table 2. Severity of the Fusarium *vascular wilt on carnation. Results expressed as area under the disease progress curve at the end of the growing season*

	Área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC)	
TRATAMIENTO	Primera campaña (2004/2005)	Segunda campaña (2005/2006)
TESTIGO	0,161 ab[1]	0,427 ab
ALP+BIOF	0,131 b	0,289 b
ALP+BIOS	0,160 ab	0,283 b
CL+CR+BIOF	0,164 ab	0,522 a
CL+CR+BIOS	0,124 b	0,365 ab
CL+CR+GALL+BIOF	0,212 ab	0,491 ab
CL+CR+GALL+BIOS	0,004 c	0,033 c
AGROC	0,094 c	0,204 b
p-valor	0,0019	0,0004

[1] Los números seguidos de la misma letra no difieren significativamente ($p \leq 0,05$). Análisis de la varianza seguido del Test de Tukey para los grupos homogéneos. Los análisis se realizaron con datos transformados con el arc sen ($\sqrt{x}$) para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad estandarizada en el tiempo de la epidemia.

[1] Numbers with the same letter do not differ significantly ($p \leq 0.05$). Analyses of variance followed by Tukey Test for homogeneous groups. Analyses were performed with transformed data arc sen ($\sqrt{x}$) for the area under the disease progress curve standardized in the epidemic time.

Tabla 3. Gravedad de la fusariosis vascular y producciones comercial y total al final del cultivo
Table 3. Severity of the Fusarium *vascular wilt on carnation*

	252 días después de la plantación			322 días después de la plantación			641 días después de la plantación			669 días después de la plantación		
TRATAMIENTO	% plantas enfermas	PT[1]	PC[2]	% plantas enfermas	PT	PC	% plantas enfermas	PT	PC	% plantas enfermas	PT[4]	PC[2]
TESTIGO	43,75ab[3]	55,65ab	49,66ab	67,71a[1]	161,17a	27,25a	86,46a[1]	252,18a	213,73a	97,92 a[1]	307,45ab	258,95ab
ALP+BIOF	29,17abc	62,22ab	56,43ab	39,58abc	166,58a	12,95a	50,00ab	299,53a	277,89a	90,63a	418,37ab	390,55ab
ALP+BIOS	29,17abc	58,75ab	53,14ab	42,71abc	175,27a	16,81a	54,17ab	313,83a	284,65a	69,79a	422,05ab	389,39ab
CL+CR+BIOF	33,33abc	47,73ab	43,48ab	68,75a	193,63a	15,46a	100,00a	214,50a	198,46a	100,00a	214,50b	198,46b
CL+CR+BIOS	28,13abc	30,53b	27,25b	68,75ab	184,35a	11,98a	89,58a	276,53a	255,86a	100,00a	326,20ab	301,07ab
CL+CR+GALL+BIOF	42,71ab	52,95ab	46,77ab	72,92a	168,70a	18,16a	98,96a	229,38a	206,77a	98,96a	257,21b	230,93ab
CL+CR+GALL+BIOS	1,04c	82,13a	78,84a	1,04c	211,22a	5,02a	13,54b	370,26a	351,90a	68,75a	529,10a	494,32a
AGROC	22,92abc	63,58ab	55,85ab	25,00abc	186,09a	11,79a	54,17ab	327,16a	295,47a	87,50a	422,05ab	383,78ab
p-valor	0,017	0,0093	0,0113	0,0001	0,1075	0,0822	0,0002	0,0561	0,0671	0,0053	0,016	0,0257

[1] PT: Producción total = PC+ Producción no comercial (número de tallos por m^2).

[2] PC: Producción comercial (número de tallos por m^2).

[3] Los números seguidos de la misma letra no difieren significativamente ($p \leq 0,05$). Análisis de la varianza seguido del Test de Tukey para los grupos homogéneos. Los análisis fueron desarrollados con datos transformados con el arc sen ($\sqrt{x}$) para el porcentaje de plantas enfermas, % de plantas enfermas y/o muertas desde la plantación hasta el fin de la segunda campaña de cultivo.

[1] TP: Total Production = MP+ Not Marketable Production (number of stems per m^2).

[2] MP: Marketable Production (number of stems per m^2).

[3] Numbers with the same letter do not differ significantly ($p \leq 0.05$). Analyses of variance followed by Tukey Test for homogeneous groups. Analysis were performed with transformed data arc sen ($\sqrt{x}$) for the percentage of diseased plants, % diseased plants and/or dead from planting until the end of the second growing season.

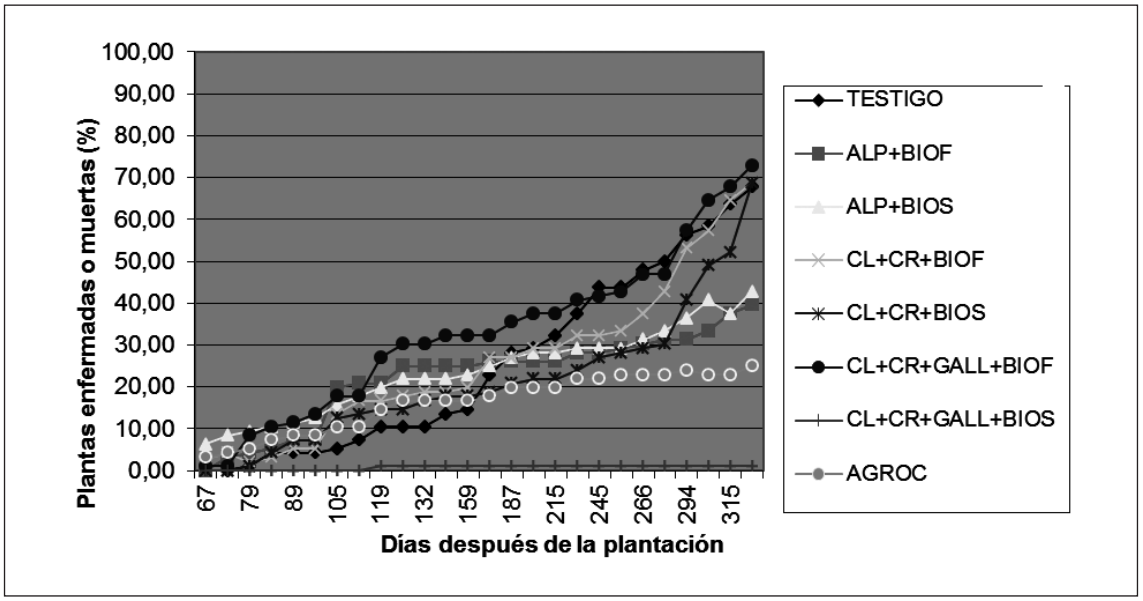


Figura 1. Efecto de los tratamientos de desinfección en la evolución de la incidencia de la enfermedad durante la primera campaña del cultivo del clavel (campaña 2004/2005; fecha de plantación 10/07/2004).

Figure 1. Effects of disinfection treatments on the evolution of the disease incidence during the first growing cycle on carnationon carnation (2004/2005 growing season; planting date 07/10/2004).

BIOS fue el único que presentó un porcentaje de plantas enfermas menor que el testigo (Figura 2). Las mayores producciones al final del primer año se obtuvieron con los tratamientos de AGROC y CL + CR + GALL + BIOS, pero solo con este último tratamiento las producciones son mayores que con los demás.

El incremento de las plantas enfermas no se ajustó a la producción final después del primer año de cultivo y antes de efectuar la poda. Así mientras que la producción acumulada a los 322 días después de la plantación no mostró diferencias entre tratamientos, la gravedad de la enfermedad si lo hizo (Tabla 3). El tratamiento CL + CR + GALL + BIOS mostró los valores más bajos de plantas enfermas.

El índice de correlación entre la gravedad de la enfermedad y la producción fue: $R^2 = 64,225$ para la producción comercial, $R^2 = 46,4221$ para la producción no comercial y $R^2 = 58,5167$ para el total de la producción a los 322 días después de la plantación.

La valoración de la producción de flor cortada y la gravedad de la enfermedad tienen un mayor interés en el segundo año, cuando se cosecha el 60% de la producción total. Después del corte, hubo un período durante el cual la enfermedad no mostró síntomas. Después de 108 días, las plantas de clavel volvieron a mostrar síntomas de marchitez por *Fusarium*.

La gravedad de la enfermedad para el tratamiento AGROC, que mostró un bajo porcentaje de plantas enfermas y muertas en del primer año, se incrementó durante el segundo año de cultivo (Figura 2). La biodesinfección con compost de residuos post cosecha de clavel y crisantemo más gallinaza y solarización mostró unos niveles muy bajos de la enferme-

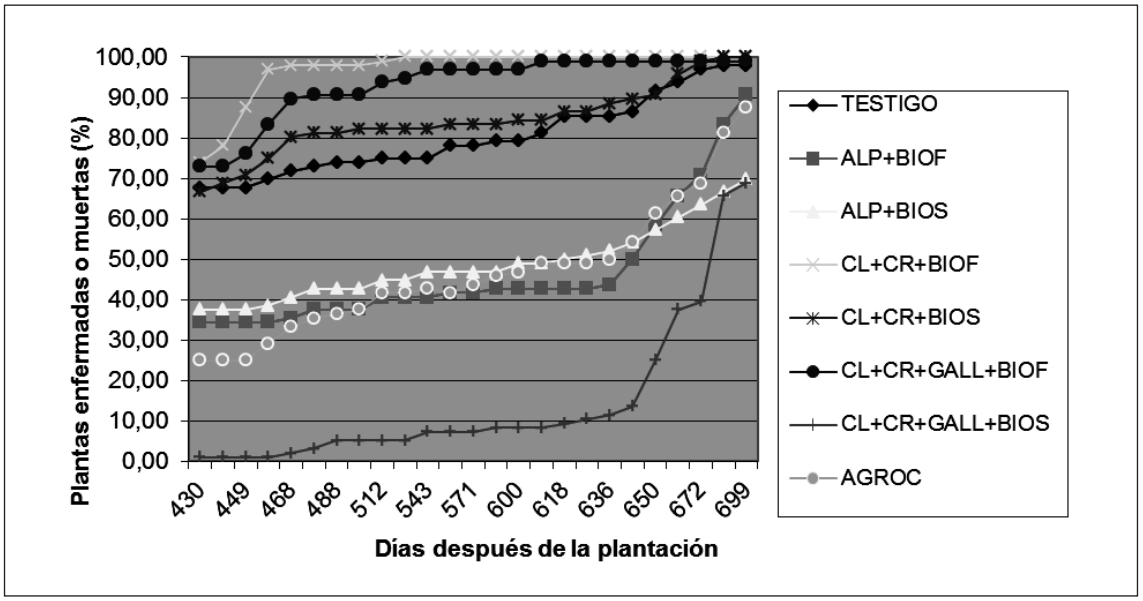


Figura 2. Efecto de los tratamientos de desinfección en la evolución de la incidencia de la enfermedad durante la segunda campaña del cultivo de clavel (campaña 2005/2006; fecha de plantación 10/07/2004).
Figure 2. Effects of disinfection treatments on the evolution of the disease incidence during the second growing cycle on carnation (2005/2006 growing season; planting date 07/10/2004).

dad durante el segundo año, al menos hasta 641 días después de la plantación (Tabla 3).

No se encontraron diferencias entre tratamientos en la producción comercial total y acumulada a los 641 días después de la plantación. El índice de correlación entre la gravedad de la enfermedad y las producciones fue: R^2 = 55,3300 para la producción comercial, R^2 = 4,2359 para la producción no comercial y R^2 = 55,9989 para la producción total a los 322 días después de la plantación. Sin embargo, la producción, en los tratamientos con biodesinfección (CL + CR + GALL + BIOS), y AGROC resultó ser mucho mayor que la producción del resto de tratamientos.

La última valoración se realizó al final del cultivo (669 días después de la plantación). La marchitez por *Fusarium* se había incrementado considerablemente en todos los tratamientos (Tabla 3; Figura 2) durante los últimos 58 días tras la anterior evaluación. La producción total acumulada fue mayor para el tratamiento CL + CR + GALL + BIOS que para el resto, seguido por los tratamientos de ALP + BIOF y AGROC. Los coeficientes de correlación entre las producciones y la gravedad de la enfermedad fueron: R^2 = 37,2042 para el total de la producción, R^2 = 38,7287 para lo producción comercial y R^2 = 2,2474 para la producción no comercial.

Discusión

Los resultados sugieren que el tratamiento al suelo consistente en la biodesinfección con compost de residuos post-cosecha de clavel y crisantemo y 5 Kg•m^{-2} de gallinaza sin com-

postar junto con 4 semanas de solarización fue una buena alternativa al 1,3 dicloropropeno + cloropicrina en cultivos de clavel. La gravedad de la marchitez vascular causada por *Fusarium* en el tratamiento de biodesinfección fue comparable a la obtenida con el tratamiento AGROC el primer año, y menor el segundo. Los tratamientos con solarización no mostraron por lo general un efecto positivo con respecto al control de la marchitez vascular (Tabla 3). Es conocido que la solarización incrementa la temperatura del suelo, disminuyendo las poblaciones de los patógenos en el suelo (Katan, 1996). El efecto se incrementa añadiendo materia orgánica (Lacasa *et al*., 2002).

La solarización debe de ser aplicada durante el período más cálido del año, para así conseguir el incremento necesario de temperatura en el suelo. En este trabajo, la solarización se realizó en fechas las estipuladas por los productores para obtener los máximos beneficios del cultivo y por tanto la aplicación no se realizó durante la época más calurosa y con mayor intensidad de radiación solar.

Este trabajo intenta encontrar una solución alternativa para el control de la fusariosis en clavel, reemplazando al 1,3 dicloropropeno + cloropicrina como desinfectante del suelo. La alternativa debe de ser efectiva manteniendo la enfermedad a niveles que no supongan un descenso en la producción esperada para 2 años. Otra condición, no tenida en cuenta para los fumigantes químicos, es la retirada de los restos de cultivo que de otra forma constituirían fuentes de inóculo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* para la siguiente plantación, además de ser un problema de acumulación de residuos que afectan a la limpieza que se requiere en las explotaciones. Estas condiciones han sido cumplimentadas por el compost de los residuos post cosecha de clavel y crisantemo (5 Kg•m-2) en combinación con gallinaza (5 Kg•m-2) y 31 días de solarización.

Estos resultados son comparables a aquellos presentados por Lacasa *et al.* (2002), en los cuales obtuvieron un control efectivo por más de 7-8 meses usando residuos de post-cosecha, incluyendo plantas enfermas con *Phytophthora capsici* y *Meloidogyne incognita*, estiércol fresco de oveja y gallinaza en combinación con solarización. Es importante subrayar que el tratamiento permitió además la incorporación de los restos vegetales procedentes de plantas de clavel enfermas sin que se observara un aumento de la gravedad de la enfermedad, debido probablemente a la adición conjunta de la gallinaza y la solarización, ya que en ausencia de ésta se observó una temprana manifestación de la enfermedad. Bollen *et al.* (1989), Bollen (1993) y Aguilar (2002) demostraron que el compost de residuos vegetales fue capaz de reducir significativamente los inóculos hasta la no expresión de la enfermedad causada por *F. oxysporum* f. sp. *melonis* y *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Los tratamientos sin plástico no alcanzaron el control esperado de la enfermedad, aunque uno de ellos tenía gallinaza. El uso de plantas para la biodesinfección del suelo ha sido estudiado por muchos autores (Sams *et al*., 1997; Sarwar *et al*., 1998; Sarwar y Kirkegard, 1998; Kirkegard y Sarwar, 1998; Elena *et al*., 1999; Bello *et al*., 1999; Walker y More, 1999) pero estos autores nunca utilizaron plantas enfermas, como se presenta en este trabajo. Los resultados sugieren que la materia orgánica más eficaz para el control de la fusariosis vascular fue la gallinaza. El efecto de la gallinaza por sí sola y combinada con solarización como desinfectante del suelo fue propuesto por Ramírez-Villapudua y Munnecke (1988) aunque la consideraron como no eficaz. Más recientemente estos efectos han sido reportados por Melero *et al*. (2005) para el control de la fusariosis vascular en clavel. Las investigaciones realizadas sobre la gallinaza y su papel en el control de patógenos del suelo son numerosas. Así algunos autores han considerado el uso de materia orgánica para desinfectar el

suelo, como una forma de control químico, debido a los compuestos tóxicos producidos durante su descomposición. Los trabajos de Gamliel y Stapleton (1993), sugirieron que la solarización acompañada de gallinaza incrementaba el control de las enfermedades si se compara con la solarización y la adición al suelo por separado de gallinaza. Lazarovits *et al*. (1999) consideraban, en suelos arenosos, la harina de carne y huesos, la harina de soja, la harina de pescado y la gallinaza como reductores de la incidencia de las enfermedades causadas por *Verticillium dahliae* y *Streptomyces scabies*, así como reductoras de las poblaciones de *Meloidogyne*. Dosis del 2% (peso/peso) de estas materias orgánicas son letales en una semana para los microesclerocios de *V. dahliae* (Tenuta y Lazarovits, 2002a). Tenuta y Lazarovits (2002b) consideraron que la muerte de los microesclerocios de *V. dahliae* se debía a la acción del amoniaco durante la primera semana de aplicación.

El método propuesto para el control de la fusariosis vascular en clavel utilizando residuos de cultivo permite, no sólo el control de la enfermedad, sino que además mantiene el medio ambiente libre de residuos mediante el uso de plantas enfermas y sanas como subproductos útiles. Un modelo para el eficiente control de enfermedades de origen edáfico.

Bibliografía

Aguilar MI, 2002. Efecto del compostaje de residuos de plantas hortícolas infectadas sobre la viabilidad de hongos y virus fitopatógenos. Tesis Doctoral, Universidad de Almería, Almería, Spain.

Ajwa HA, Trout T, Mueller J, Wilhelm S, Nelson SD, Soppe R, Shatley D, 2002. Application of alternative fumigants through drip irrigation systems. Phytopathology 92, 1349-1355.

Alabouvette C, Olivain Ch, Steinberg Ch, 2005: Maîtrise des communites microbiennes pour lutter contre les maladies d'origine tellurique. In Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement., edited by Regnault-Roger C, Fabres G and Philogène BJR, Paris: Tec. et Doc. Lavoisier, 571-588.

Alburquerque JA, Gonzálvez J, García D, Cegarra J, 2006. Composting of a solid olive-mill by-product ("alperujo") and the potential of the resulting compost for cultivating pepper under commercial conditions. Waste Management 26, 620-626.

Andrés Arés JL, 1995. La Fusariosis vascular del clavel en Galicia: Estudio crítico acerca de los patotipos de *Fusarium oxysporum* f sp *dianthi* en las comunidades de Galicia y Murcia. Tesis Doctoral. Universidad Politecnica de Madrid, Madrid, Spain.

Baayen RP, 1988. Fusarium wilt of carnation. PhD Thesis, Utrecht University, Utrecht.

Baker RR, 1980. Measures to control *Fusarium* and *Phialophora* wilt pathogens of carnation. Plant Diseases 64, 743-749.

Bello A, López-Pérez JA, Díaz-Viruliche L, Sanz R, Arias M, 1999. Bio-fumigation and local resources as methyl bromide alternatives. Abstracts 3rd International Workshop "Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries, 7-10 December, Heraclion, Creta, Grecia, 17 p.

Bollen GJ, 1993. Factors involved in inactivation of plant pathogens during composting of crop residues. In: Science and engineering of composting: Design, environmental, microbiological and utilization aspect. Eds. HAJ Hoitink and HM Keener, 301-318.

Bollen GJ, Volker D, Wijnen AP, 1989. Inactivation of soil-borne plant pathogens during small-scale composting of crop residues. Netherland Journal of Plant Pathology 95: 19-30.

Diez Rojo MA, 2010. Bases agronómicas para la utilización de restos agrarios en biodesinfección de suelos. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 409.

Elena K, Paplomatas EJ, Petsikos-Panayotarou N, 1999. Biodesinfestation an alternative to control soil pathogens. Proceedings of Internatio-

nal Workshop "Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries", Heraklion, Crete, Greece, 81-82.

English SW, 1974. Producción comercial de claveles. Ed Acribia. Zaragoza, 241 pp.

Gamliel A, Stapleton J, 1992. Characterization antifungal volatile compounds involved from solarized soil amended with cabbage residues. Phtytopathology, 83, 899-908.

García-Ruiz A, de Cara M, Santos M, Tello JC, 2009. La fusariosis vascular del clavel en la costa noroeste de Cádiz. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 35:317-328.

Garibaldi A, Gullino ML, 1987. Fusarium wilt of carnation. Present situation, problems and perspectives. Acta Horticulturae 216, 45-54.

Jeger MJ, Viljanen-Rollinson SLH, 2001. The use of the area under the disease-progress curve (AUDPC) to asses quantitative disease resistance in crops cultivars. Theoretical Applied Genetics 102: 1432-2242.

Katan T, 1996. Soil solarization: integrated control aspects. In Hall R. Principle and practice of managing soilborne plant pathogens. APS Press, St. Paul, Minnessota.

Kirkegaard J, Sarwar M, 1998. Biofumigation potencial of brassicas. Plant and Soil 201, 71-89.

Lacasa A, Guerrero MM, Guirao P, Ros C, 2002. Alternatives to methyl bromide in sweet pepper crops in Spain. In: Batchelor, T, Bolivar, J.M. (Ed) Proceedings of International Conference on Alternatives to MB The remaining challenges, European Commission, Sevilla, 5-8 March. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 187-192.

MAPA - Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2010. Anuario de Estadística Agraria. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. España. http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estad-publicaciones/anuario-de-estadistica/2010/default.aspx?parte=3&capitulo=13

Melero-Vara JM, López-Herrera CJ, Basallote-Ureba MJ, Navas JA, López M, Vela MD, Prados Ligero AM, 2005. Physical and Chemical Methods of Controlling Fusarium Wilt of Carnation as Alternatives to Methyl Bromide Treatments. Proc. VIth IS on Chemical and Non Chemical Soil and Substrate disinfestation. Acta Horticulturae 698, 175-179.

Pizano M, 2000. Clavel. Ed. Ediciones Hortitécnica Ltda. Bogotá. Colombia, 181 pp.

Sams CE, Charron CS, Chardonnet CO, 1997. The potential for using Brassicas as an alternative to methyl bromide in controlling soil-borne diseases. International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Nov 3-5, 1997. San Diego. California 19, 1-2.

Sarwar M, Kirkegaard JA, 1998. Biofumigation potential of brasicas. II. Effect of environment and ontogeny on glucosinolate production and implications for screening. Plant and Soil 201, 91-101.

Sarwar M, Kirkegaard JA, Wong PTW, Desmarchelier JM. 1998. Biofumigation potential of brasicas. III. In vitro toxicity of isothiocianates to soil-borne fungal pathogens. Plant and Soil 201, 103-112.

Tello JC, Lacasa A, 1990. *Fusarium oxysporum* en los cultivos intensivos del litoral mediterráneo de España. Fases parasitaria (Fusariosis vascular del tomate y del clavel) y no parasitaria. Boletín de Sanidad Vegetal, Fuera de serie 19, 190.

Tenuta M, Lazarovits G, 2002a. Ammonia and nitrous acid from nitrogenous amendments kill the microsclerotia of *Verticillium dahliae*. Phytopathology, 92, 255-264.

Tenuta M, Lazarovits G, 2002b. Identification of specific soil properties that affect the accumulation and toxicity of ammonia to *Verticillium dahliae*. Can. J. Plant Pathol., 24, 219-229.

Tramier R, 1986. La Fusariose vasculaire de l´oeillet. Dix ans de recherche. Phytoma 2, 45-48.

Walker GE, Morey BG, 1999: Effect of Brassica and weed manures on abundance of *Tylenchulus semipenetrans* and fungi in citrus orchard soil. Australian Journal of Experimental Agriculture 39, 65-72.

(Aceptado para publicación el 27 de septiembre de 2012)

Efecto de la suplementación con suero fetal bovino (FCS), albumia sérica bovina (BSA) y polivinil pirrolidona (PVP) en el medio de maduración in vitro de los ovocitos bovinos

J. Caínzos, M. Barrio, S. Ruibal, J.J. Becerra, L.A. Quintela[1] y P.G. Herradón

Unidad de Reproducción y Obstetricia. Dpto de Patoloxía Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela. 27002. Lugo. Spain

Resumen

El objetivo de este trabajo fue tratar de mejorar la producción in vitro de embriones bovinos y poder sustituir el suero de origen bovino, en la maduración in vitro de los ovocitos bovinos, sin que afecte a su posterior desarrollo. Para ello, se ha evaluado la influencia de tres suplementaciones macromoleculares distintas (suero fetal bovino, albumina sérica bovina y polivinil pirrolidona) en el medio de maduración de ovocitos, en atmósfera de baja tensión de oxígeno (6%). 809 complejos cumulo ovocito fueron divididos al azar en tres grupos, y cada uno de ello fue madurado en presencia de una de las mencionadas suplementaciones: a) suero fetal bovino, n = 271; b) albumina sérica bovina, n = 272; c) polivinilpirrolidona, n = 266. Para evaluar las diferencias entre los grupos se procedió al recuento de zigotos divididos 48 horas postinseminación, porcentaje de blastocistos en días 7 y 8 de cultivo así como blastocistos totales y número total de células por blastocisto. No hemos encontrado diferencias significativas ($p<0,05$) en ninguno de los parámetros analizados. Con estos resultados podemos concluir que la maduración de los ovocitos bovinos en medio suplementado con polivinilpirrolidona, en condiciones de baja tensión de oxígeno, nos permite eliminar el suero, sin comprometer el posterior desarrollo hasta el estado de blastocisto.

Palabras clave: Ovocitos bovinos, suero fetal bovino, albumina sérica bovina, polivinilpirrolidona.

Abstract

Effect of fetal calf serum (FCS), bovine albumin serum (BSA) and polyvinyl pyrrolidone (PVP) suplementation in bovine oocyte maturation medium in vitro

The aim of present study was to improve in vitro production of bovine embryos replacing bovine serum used for in vitro maturation without compromising the subsequent development to the blastocyst stage. Influence of three macromolecular supplements was tested (fetal calf serum, bovine serum albumin and polyvinylpyrrolidone) when they were supplemented of bovine oocyte maturation medium and cultured under low O2 tension (6%). 809 cumulus-oocyte complexes, were randomly allocated in one of the three treatments groups, and each one of them was matured in the presence of a type of supplementation: a) fetal calf serum, n = 271; b) bovine albumin serum, n = 272 c) polyvinylpyrrolidone, n = 266. To evaluate the differences between groups we proceeded to count attached zygotes 48 hours postinsemination, percentage of blastocysts on days 7 and 8 postinsemination as well as total and total number of cells per blastocyst. No significant differences were found ($p <0.05$) in any of parameters analyzed. With these results we conclude that the bovine oocytes maturation in medium supplemented with polyvinylpyrrolidone, in low oxygen tension conditions, allows us to remove serum, without compromising the subsequent development to the blastocyst stage.

Key words: Bovine oocytes, fetal calf serum, bovine serum albumin, polyvinylpyrrolidone.

---

1. Autor para correspondencia.

Introducción

La diferenciación de los ovocitos es un proceso largo que comienza durante la vida fetal y finaliza cuando el folículo preovulatorio alcanza la competencia completa para reanudar la meiosis y lograr con éxito tanto la maduración nuclear como la citoplásmica (Gosden *et al*., 1997).

Durante el período anterior al pico de LH y/o durante el período comprendido entre el pico de LH y la ovulación, el ovocito es capaz de responder a factores foliculares que determinan su capacidad de desarrollo posterior. Además durante este tiempo, bajo la influencia de factores aún desconocidos, los ovocitos se someten a una serie de cambios profundos en los que se ven involucrados tanto el núcleo como el citoplasma (Eppig, 1996). Estos cambios son esenciales para la formación de un ovocito con capacidad para su fecundación y posterior desarrollo, y deben de producirse de una manera sincrónica. La importancia de esta etapa de maduración in vitro (MIV) en la producción de embriones viene expresada por el hecho de que los zigotos procedentes de maduración in vivo tienen una mayor competencia para el desarrollo que los madurados in vitro (Van de Leemput *et al*., 1999). También se ha visto que las condiciones de MIV afectan a la capacidad de desarrollo de los ovocitos y los embriones, ejerciendo una marcada influencia en el estado de maduración nuclear, la tasa de división y la tasa de blastocistos producidos (Ali y Sirard, 2002; Watson *et al*., 2000; Rose y Bavister, 1992). Durante la MIV los ovocitos son sometidos a una serie de cambios citoplasmáticos antes del inicio de la maduración nuclear, lo que lleva a una competencia variable del embrión resultante (Moor *et al*., 1990). Además, se cree que la síntesis y almacenamiento de ciertas formas de ARNm y proteínas durante la MIV y las primeras fases de desarrollo embrionario son necesarios para alcanzar unas mayores tasas de desarrollo (Motlik y Fulk, 1986; Thibault *et al*., 1987). También se ha encontrado que la composición del medio de MIV altera los niveles de mRNA en los ovocitos (Watson *et al*., 2000).

La maduración, fecundación y posterior cultivo in vitro (MIV, FIV y CIV) de ovocitos bovinos pueden ser utilizadas para comprender los factores que intervienen en la adquisición de la capacidad de desarrollo ovocitario. Por esta razón, todos los productos de composición indefinida deberían de ser eliminados de los medios de cultivo. A pesar de que el FCS o la BSA suelen ser añadidos al medio como un suplemento de proteínas para mejorar la eficiencia de la MIV (Leibfried-Rutledge *et al*., 1986) y reducir la tensión superficial del medio, los diferentes lotes de estos suplementos pueden producir efectos muy variables durante el período de cultivo, que van desde efectos altamente estimulantes a fuertemente inhibitorios del desarrollo (McKiernan y Bavister, 1992; Ali and Sirard, 2002; Lim *et al*., 2003). Además, estas fuentes de origen biológico incrementan del riesgo de contaminación viral o priónica y pueden llegar a provocar alteraciones o problemas durante el desarrollo fetal (Sagirkaya *et al*., 2007). Ocana-Quero *et al*., (1999) encontraron un alto número de ovocitos diploides, cuando eran madurados en presencia de altos niveles (50%) de suero de vaca en celo (ECS).

Por lo tanto, la sustitución de estas fuentes de proteína por una macromolécula sintética y no metabolizable, como puede ser el PVP o el PVA (polivinil alcohol), facilita la posibilidad de usar un medio de maduración definido y sin las variaciones entre lotes, estandarizando la maduración in vitro de embriones bovinos. Sin embargo, no podemos olvidar que las macromoléculas de origen no biológico también han demostrado ejercer una serie de efectos secundarios en los embriones de mamíferos. Orsi y Leese (2004) apreciaron un efecto negativo del PVA en la tasa de blas-

tocistos y en número total de células, cuando era utilizado en el CIV mientras que Ali y Sirard (2002) describieron un incremento significativo en la tasa de producción de blastocistos, cuando los ovocitos eran madurados en presencia de PVP40 (frente a los madurados en BSA-V o PVA).

Por otra parte, debemos tener en cuenta que las condiciones atmosféricas también afectan a la producción de embriones in vitro (PIV) y la tensión parcial de oxígeno usada normalmente en la PIV es mucho más alta que las condiciones existentes en los folículos ováricos, donde el oxígeno se difunde desde los capilares a través de las capas de células de la granulosa y se establece un gradiente de concentración desde la periferia del folículo al ovocito (Godsen y Byatt-Smith, 1986). A pesar de eso, los resultados publicados usando un 20% o un 5% de O_2 durante los pasos de la PIV son controvertidos. Algunas investigaciones demostraron que cuando los ovocitos se maduran en condiciones de bajas tensiones de oxígeno (5 a 10%) favorece el posterior desarrollo embrionario (Kruip *et al*., 2000; Hashimoto *et al*., 2000), pero también hay experiencias que obtienen mejores resultados cuando se emplea un 20% para madurar los ovocitos in vitro (Oyamada y Fukui, 2004; Castro e Paula y Hansen, 2007). Para complicar la discusión, ciertos estudios demuestran que los ovocitos madurados en presencia de elevados niveles de O_2 sufren las consecuencias de las elevadas concentraciones de sustancias oxígeno reactivas (ROS) (Hashimoto *et al*., 2000) que provocan daño intracelular y son perjudiciales para el desarrollo embrionario (Batt *et al*., 1991).

Por todo ello, el objetivo del presente trabajo es dilucidar el papel de los suplementos de proteína en la maduración de ovocitos para poder elaborar un medio de maduración simple (fluido oviductal sintético (SOF)) con una atmósfera con bajo contenido en oxígeno (6%), ya que como se ha visto en trabajos anteriores la concentración de oxígeno en el fluido folicular se encuentra entre un 5-14% (Redding *et al*., 2006). Con este fin, se probaron, bajo esas circunstancias, los efectos de dos fuentes de proteína (FCS y BSA), así como la sustitución de estas fuentes por una macromolécula sintética (PVP-40), evaluando la tasa de división, el porcentaje de blastocistos obtenidos, la tasa de eclosión y el número de células de los blastocistos.

Material y métodos

Al menos que se especifique lo contrario, todos los productos proceden de Sigma-Adrich (St. Louis, MO, USA). Los medios de maduración, fecundación y cultivo fueron preparados con agua de calidad Milli-Q (18.2 MΩcm), esterilizados a través de filtros de acetato de celulosa, de 0.20 µm Minisart® (Sartorius, 16534-K, Hannover, Alemania) y conservados a 4 ºC durante un periodo máximo de dos semanas.

Obtención de los ovocitos

Los ovarios procedían de hembras bovinas adultas sacrificadas en un matadero comercial de la provincia de Lugo y transportados al laboratorio en un tiempo inferior a 90 min. Los ovarios eran mantenidos a ~35 ºC en 500 cc. de una solución de NaCl al 9%, suplementada con un 10% de la solución Antibiótico-Antimicótico (penicilina G 10000 UI/ml, sulfato de estreptomicina 10 mg/ml, anfotericina B 25 µg/ml).

Los CCOs, fueron extraídos mediante aspiración de los folículos con un tamaño comprendido entre 2 y 6 mm, utilizando una jeringa de 10 ml y una aguja de 18 G, y depositados en un tubo de fondo cónico de 50 ml (Falcon® Franklin Lakes, NJ. USA). Solo se seleccionaron aquellos CCOs que presentaban un cú-

mulo compacto, con tres o más capas de células de la granulosa, un citoplasma homogéneo y sin signos de picnosis.

Posteriormente, los CCOs se lavaron tres veces en placas Petri (Nunc Roskilde, Dinamarca) en medio SOF-Hepes, suplementado con 4 mg/ml de PVP-40 y 50 µg/ml de gentamicina.

Maduración in vitro

Para llevar a cabo este estudio se emplearon un total de 809 COCs divididos al azar, en tres grupos, y cada uno de ellos fue madurado en presencia de una macromolécula diferente: FCS (n = 271), BSA (n = 272) y PVP-40 (n = 266). El estudio se completó realizando 4 réplicas.

El medio de maduración fue el mismo en todos los casos, SOF-maduración modificado mediante la incorporación de 1% de BME EAA, 1% de MEM NEAA, 50 µg/ml de gentamicina, 0.5 µg/ml de FSH, 10 µg/ml de hCG y 1 µg/ml de 17β-estradiol. Las diferencias entre los tres grupos eran consecuencia de la macromolécula incorporada: 1) 10% de FCS; 2) 8 mg/ml de BSA FAF o 3) 8 mg/ml de PVP-40. La maduración se llevo a cabo durante 24 horas, en grupos de 10 COCs en microgotas de 50 µl, dispuestas bajo aceite mineral específico para cultivo embrionario, a 38,5 ºC cultivados en una atmósfera con 5% CO_2, 6% de O_2 y 89% de N_2 a 38,5 ºC y con la máxima humedad relativa.

Fecundación in vitro

Una vez completado el periodo de maduración, los ovocitos fueron lavados tres veces en medio SOF-Hepes. El medio de fecundación utilizado fue TL-Stock (Bavister y Yanagimachi, 1977), suplementado con 6 mg/ml de BSA FAF, 0.2 mM de piruvato, 50 µg/ml de gentamicina.

Para obtener los espermatozoides se descongeló una pajuela de 0,25 ml de semen de un mismo eyaculado, mediante inmersión en agua a 38.5 ºC durante 1 min. El contenido de la pajuela fue depositado sobre un gradiente discontinuo de Percoll (Pharmacia, Uppsala, Suecia) y centrifugado a 700 g durante 30 min a temperatura ambiente.

En cada una de las gotas de fecundación los ovocitos se pusieron en cocultivo con los espermatozoides (2×10^6 espermatozoides móviles/ml) y además se les añadió heparina 2 µg/ml y PHE (penicilamina 20 µM, hipotaurina 10 µM, epinefrina 1 µM). El cultivo conjunto de los espermatozoides y los ovocitos se mantuvo durante 18 horas a 38,5 ºC en una atmósfera de 5% de CO_2 en aire y máxima humedad relativa.

Cultivo in vitro

Al concluir el periodo de fecundación, los presuntos zigotos fueron extraídos de las gotas y liberados de las células del cúmulo mediante 2 min. de agitación y sometidos a tres lavados en SOF-Hepes suplementado con 4 mg/ml de PVP-40 y 50 µg/ml de gentamicina. El medio utilizado para el cultivo fue SOF modificado (Takahashi y First, 1992) suplementado con un 5% de FBS, 0.3 mM de piruvato, 1 mM de L-glutamina, 1% de BME EAA, 1% de MEM NEAA, 10 µg/ml de insulina, 10 µg/ml de transferrina, 10 ng/ml de selenito sódico, 50 µg/ml de gentamicina. El cultivo se llevo a cabo en grupos de 15 zigotos en gotas de 50 µl que fueron preincubadas al menos 12 horas antes de depositar los mismos. El cultivo se mantuvo durante 10 días a 38,5 ºC en una atmósfera por 5% CO_2, 6% O_2 y 89% N_2 y máxima humedad.

Evaluación de resultados

Los estadíos de desarrollo embrionario in vitro fueron evaluados de la siguiente manera: la tasa de división de los ovocitos a las 48 horas y el porcentaje de blastocistos (desde jó-

venes a eclosionados) en los días 7, 8 y totales, y el porcentaje de blastocistos eclosionados, considerando el día de fertilización como día cero (D0), de acuerdo con la clasificación de la International Embryo Transfer Society (IETS, Robertson y Nelson, 1998). En una segunda fase del experimento se evaluó, para cada uno de los tratamientos, el número total de células por blastocisto, usando el método de Pursel *et al*., (1985) basado en la determinación de núcleos, mediante la tinción con Hoechst 33342 y posterior recuento en microscopio de fluorescencia.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron con el programa SPSS 17.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois), comparando los valores obtenidos para cada una de las replicas de un mismo experimento, mediante un test Chi-cuadrado, para excluir posibles diferencias entre ellas, considerando la existencia de significación estadística cuando el valor de $p<0.05$

Resultados y discusión

Tras el análisis de los datos hemos podido comprobar que no hay diferencias estadísticamente significativas en la tasa de división ni en el número de blastocistos obtenidos ($p<0,05$) entre los tres tratamientos experimentales tras 8 días de cultivo.

Estos resultados difieren de los obtenidos por Mingoti *et al*., (2009), los cuales, trabajando también en bajas tensiones de oxígeno en

Tabla 1. Efecto de la suplementación del medio de maduración, con diferentes macromoléculas (FCS, BSA, PVP) sobre las tasas de división, producción de blastocistos
Table 1. Effect of suplement maduration medium, with differents macromolecules (FCS, BSA, PVP) on divided zygote rates, embryo production

		Blastocistos/ Oocitos en MIV		
Tratamiento	N	N (%) División	N (%) Día 7	N (%) Totales
FCS	271	197 (72.7)	44 (16.2)	61 (22.5)
BSA	272	183 (67.3)	38 (14.0)	64 (23.5)
PVP	266	190 (71.4)	41 (15.2)	66 (24.8)

MIV, obtuvieron unas tasas de producción de embriones menores que en este ensayo (22.5, 23.5 y 24.8% para FCS, PVP y BSA), y además encontraban diferencias significativas entre los tres tratamientos, siendo el grupo suplementado con FCS el que presentaba una mayor tasa de desarrollo. Estas diferencias suponemos que se debe al diferente medio base empleado para la maduración (SOF vs TCM-199) y está en concordancia con los resultados obtenidos por Lonergan *et al*., (1994), que trabajando con TCM-199 y SOF, encontraron que la adición de suero mejoraba la maduración ovocitaria y el posterior desarrollo embrionario cuando era añadido al TCM-199 en comparación con el uso de suero en SOF. Del mismo modo, Ali y Sirard (2002) indicaron que el efecto del FCS como suplemento proteínico durante la MIV depende del medio de cultivo usado y, justifica la ne-

cesidad de evaluar la macromolécula también en función del medio base empleado. Se ha trabajado con un medio de maduración de composición definida basado en el empleo de un medio de cultivo simple, el fluido oviductal sintético (SOF), con el fin de evitar continuos cambios en la concentración de iones, sustratos energéticos, pH y osmolaridad en las distintas etapas de la PIV y en una atmósfera con bajo contenido en oxígeno (6%). Además, la eliminación de suplementos de origen animal, FCS y BSA, permite reducir al mínimo los riesgos sanitarios.

Las tasas de división y producción de blastocistos del grupo de BSA son similares a los obtenidos en ensayos previos, 67.3% y 23.5% respectivamente, (Orsi y Leese, 2004). También se ha establecido que el uso de BSA como única fuente de proteína durante la MIV de ovocitos bovinos retardaba la maduración nuclear y disminuía su capacidad de desarrollo, en cuanto a la producción de mórulas y blastocistos (Ali y Sirard, 2002). Sin embargo, en nuestro ensayo estas diferencias entre grupos para la división de los zigotos y la producción de blastocistos no son significativas.

Tabla 2. Número de células por blastocisto en función de la suplementación del medio de maduración
Table 2. Number of cells per blastocyst according to maturation medium supplementation

Maduración	Número de células	N
FCS	122 ± 32	22
BSA	126 ± 37	15
PVP-40	109 ± 29	22

Si consideramos, al igual que Block *et al*., (2010) que el número de células presentes en el embrión es un factor condicionante sobre la competencia, en este punto tampoco encontramos diferencias significativas entre la adición de PVP-40, BSA y FCS. Además el número de células presentes en los embriones no parece depender solo de las condiciones de cultivo de los embriones, si no también parece estar condicionado por las condiciones de desarrollo previas. En este sentido, Sagirkaya *et al*., (2007) encontraron diferencias estadísticas en el número de células por blastocisto madurando los ovocitos en medio con tres suplementaciones distintas, aún cuando el medio de cultivo era el mismo. Por lo tanto podemos afirmar, al igual que Chung *et al*., (2007), que es posible la sustitución de las fuentes tradicionales de proteína por una macromolécula sintética (PVP-40) para mantener tasas aceptables de desarrollo embrionario a partir de ovocitos bovinos madurados in vitro, y en concreto usando un medio simple de condiciones completamente definidas y en baja tensión de oxígeno. Sin embargo, hay que considerar que el porcentaje de blastocistos obtenido tiene un valor relativo en su capacidad para predecir la competencia para el desarrollo de los ovocitos, puesto que las alteraciones inducidas durante esta etapa pueden afectar al metabolismo celular o modificar la expresión de algunos genes, y estos efectos se manifestarán durante el desarrollo postimplantacional, neonatal e incluso durante la vida adulta (Lane y Gardner, 1997 y 2003; Duranthon y Renard, 2001). Por lo tanto son necesarios más ensayos para evaluar las tasas de apoptosis celular y la supervivencia embrionaria, así como realizar transferencia a receptoras para evaluar la fertilidad y posibles alteraciones en el desarrollo fetal ocasionado por la variación de estos factores en la MIV.

A la vista de los presentes resultados, podemos concluir que la utilización de un medio de maduración simple (SOF) suplementado con PVP, sin la presencia de proteínas de ori-

gen animal, y en condiciones de baja tensión de oxígeno, permite el desarrollo de los ovocitos bovinos, sin comprometer su posterior evolución hasta el estado de blastocisto.

Bibliografía

Ali A, Sirard MA, 2002. Effect of the absence or presence of various protein supplements on further development of bovine oocytes during in vitro maturation. Biol. Reprod. 66, 901-905.

Batt PA, Gardner DK,Camero AW, 1991. Oxygen concentration and protein source affect the development of preimplantation goat embryos in vitro. Reprod. Fertil. Dev. 3, 601-607.

Bavister BD, Yanagimachi R, 1977. The Effects of Sperm Extracts and Energy Sources on the Motility and Acrosome Reaction of Hamster Spermatozoa in vitro. Biol. Reprod. 2, 228-237.

Block J, Bonilla L, Hansen PJ, 2010. Efficacy of in vitro embryo transfer in lactating dairy cows using fresh or vitrified embryos produced in a novel embryo cultured medium, J. Dairy Sci 93, 5234-5242.

Camous S, Heyman Y, Méziou W, Menezo Y, 1984. Cleavage beyond the block stage and survival after transfer of early bovine embryos cultured with trophoblastic vesicles. J. Reprod. Fertil. 72, 479-85.

Castro e Paula LA, Hansen PJ, 2007. Interactions between oxygen tensión and glucose concentration that modúlate actions of heat shock on bovine oocytes during in vitro maturation. Theriogenology 68, 763-770.

Chung JT, Tosca L, Huang TH, Xu L, Niwa K, Chian RC, 2007. Effect of polyvinylpyrrolidone on bovine oocyte maturation in vitro and subsequent fertilization and embryonic development. Reprod. Biomed. Online. Aug;15(2):198-207. PubMed PMID: 17697497.

Duranthon V, Renard JP, 2001. The development competence of mammalian ooctyes: a convenient but biologically fuzzy concept. Theriogenology 55, 1277-1289.

Eppig J.J, 1996. Coordination of nuclear and cytoplasmic oocyte maturation in eutherian mammals. Reprod Fertil Dev 8:485-489.

Gosden R, Byatt-Smith JG, 1986. Oxygen concentration gradient across the ovarian follicular epithelium: model, predictions and implications. Hum. Reprod. 1, 65-68.

Gosden R, Krapez J, Briggs D, 1997. Growth and development of the mammalian oocyte. Bioessays 10, 875-882.

Hashimoto S, Minami N, Takakura R, Yamada M, Imai H y Kashima N, 2000. Low oxygen tensión during in vitro maturation is beneficial for supporting the subsequent development of bovine cumulus-oocyte complexes. Mol. Reprod. Dev. 57, 353-360.

Kruip TAM, Beverse MM, Kemp B, 2000. Environment of oocyte and embryo determines health of IVP offspring. Theriogenology 53, 611-618.

Lane M, Gardner DK, 1997. EDTA stimulates the development of cleavage stage mouse embryos by inhibiting the glycolytic enzyme phosphoglycerate kinase. Biol. Reprod. 57, 193 abstr.

Lane M, Gardner DK, 2003. Ammonium induces aberrant blastocyst diferentation, metabolism, pH regulation, gene expression and subsequently alters fetal development in the mouse. Biol Reprod. 69, 1109-1117.

Lee DR, Lee JE, Yoon HS, Lee H, Kim MK, Roh S, 1997. The supplementation of culture medium with protease improves the hatching rate of mouse embryos Human Reproduction vol. 12 no. 11 pp. 2493-2498.

Leibfried-Rutledge ML, Critser ES, First NL, 1986. Effects of fetal calf serum and bovine serum albumin on in vitro maturation and fertilization of bovine and hamster cumulus-oocytes complexes. Biol Reprod 35:850-857.

Lim KT, Lee BC, Kang SK, Hwang WS, 2003. Effects of protein source and energy substrates on the in vitro development of bovine embryos in a two-step culture system. J. Vet. Sci. 4 (1), 73-78.

Lonergan P, Monaghan P, Rizos D, Boland MP, Gordon I, 1994. Effect of follicle size on bovine oocyte quality and developmental competence

following maturation, fertilization, and culture in vitro. Mol. Reprod. Dev. 37, 48-53.

McKiernan SH, Bavister BD, 1992. Different lots of bovine serum albumin inhibit or stimulate in vitro development of hamster embryos. In Vitro Cell Dev Biol 28, 154-156.

Mingoti GZ, Caiado Castro VS, Méo SC, Barretto LS, Garcia JM, 2009. The effect of interaction between macromolecule supplement and oxygen tension on bovine oocytes and embryos cultured in vitro. Zygote. 17(4), 321-328.

Moor RM, Mattioli M, Ding J, Nagai T, 1990. Maturation of pig oocytes in vivo and in vitro. J Reprod Fertil. 40, 197-210.

Motlik J, Fulk J, 1986. Factors affecting meiotic competence in pig oocytes. Theriogenology 25, 87-96.

Nakao H, Nakatsuji N, 1990. Effects of co-culture, medium components and gas phase on in vitro fertilized bovine embryos. Theriogenology 33, 591-600.

Ocana-Quero JM, Pinedo-Merlin M, Moreno-Millan M, 1999. Influence of follicle size, medium, temperature and time on the incidence of diploid bovine oocytes matured in vitro. Theriogenology 51 (3), 667-672.

Orsi NM, Leese HJ, 2004. Amino acid metabolism of preimplantation bovine embryos cultured with bovine serum albumin or polyvinyl alcohol. Theriogenology 61, 561-572.

Oyamada T, Fukui Y, 2004. Oxygen tensión and médium supplements for in vitro maturation of bovine oocytes cultured individually in a chemically defined médium. J.Reprod. Dev. 50, 107-117.

Pursel VG, Wall RJ, Rexroad Jr CE, Hammer RE, Brinster RL, 1985. A rapid whole-mount staining procedure for nuclei of mammalian embryos. Theriogenology 24, 687-691.

Redding GP, Bronlund JE, Hart AL, 2006. The effects of IVF aspiration on the temperature, dissolved oxygen levels, and pH of follicular fluid. J. Assis. Reprod. Genet. 23, 37-40.

Robertson I, Nelson RE, 1998. Certificación y identificación de embriones. En: Stringfellow DA y Seidel SM (Eds.). Manual de la International Embryo Transfer Society. IETS, Savoy, IL, USA, pp. 109-122.

Rose TA, Bavister BD, 1992. Effect of oocyte maturation medium in vitro development of in vitro fertilized bovine embryos. Mol Reprod Dev. 31, 72-77.

Sagirkaya H, Misirlioglu M, Kaya A, First NL, Parrish JJ, Memili E, 2007. Developmental potential of bovine oocytes cultured in different maturation and culture conditions. Anim. Reprod. Sci. 101, 225-240.

Takahashi Y, First NL, 1992. In vitro development of bovine one-cell embryos: influence of glucose, lactate, pyruvate, amino acids and vitamins. Theriogenology 37, 963-978.

Thibault C, Szollosi D, Gerard M, 1987. Mammalian oocytes maturation. Reprod. Nat. Dev. 27, 865-896.

Van de Leemput EE, Vos PL, Zeinstra EC, Bevers MM, van derWeijden GC, Dieleman SJ, 1999. Improved in vitro embryo development using in vivo matured oocytes from heifers superovulated with a controlled preovulatory LH surge. Theriogenology 52, 335-349.

Watson AJ, De Sousa P, Caveney A, Barcrodt LC, Natale D, Urquhart J, Westhusin ME, 2000. Impact of bovine maturation media on oocyte transcript levels, blastocyst development, cell number, and apoptosis. Biol. Reprod. 62, 355-364.

(Aceptado para publicación el 6 de julio de 2012)

Efecto de la immunocastración y de la castración quirúrgica sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal en cerdas Ibéricas de cebo

J. Gómez-Fernández*,[1], S. Horcajada**, C. Tomás***, E. Gómez-Izquierdo* y E. de Mercado*

* Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León. Hontalbilla, 40353 Segovia
** Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Agrícolas. UPM, 28041 Madrid
*** Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA-IVIA), Segorbe, 12400 Castellón

Resumen

Se utilizaron 192 cerdas Ibéricas (Duroc x Ibérica) con 110 días de vida y 44,94 ± 3,41 kg de peso, para probar el efecto de la castración inmunológica con Improvac® (Pfizer Animal Health). El ensayo se llevó a cabo en el Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (Itacyl, Consejería de Agricultura y Ganadería). El experimento se diseñó en bloques al azar, con 3 tratamientos (cerdas castradas quirúrgicamente, enteras e inmunocastradas), 48 réplicas totales de 4 cerdas cada una y 16 réplicas por tratamiento. Los animales se pesaron individualmente cada 15 días y se calculó el consumo de pienso, la ganancia de peso y el índice de conversión. Una vez aplicadas las dos dosis de Improvac® (a las 18 y 22 semanas de edad -60 kg y 84,2 kg de peso, respectivamente-) las diferencias de peso vivo entre enteras e inmunocastradas se volvieron estadísticamente significativas ($P < 0,05$) por encima de los 100 kg, permaneciendo la significación hasta los 170 kg, y presentando éstas últimas mayor consumo, ganancia media diaria e índice de conversión (21,25, 19,24 y 1,44%, respectivamente; $P < 0,05$). En relación con las castradas y tras la aplicación de la 2ª dosis, las inmunocastradas aumentaron el consumo (12% de media, en función del peso vivo considerado) y la ganancia diaria (22,24%), disminuyendo la conversión un 7,6% ($P < 0,05$). Por otra parte, las castradas consumieron más (8,35%), con menor ganancia diaria (2,6%) y una mayor conversión (11%) que las enteras ($P < 0,05$). Un primer lote de 96 cerdas fue enviado a matadero a los 8,2 meses de edad, con pesos de 162,88 kg (castradas), 164,52 kg (enteras) y 170,76 kg (inmunocastradas). Para las cerdas de este lote, el rendimiento de la canal fue de 78,02 vs 79,14 y 78,79%, para enteras, castradas e inmunocastradas respectivamente ($P < 0,05$), mientras que el peso de piezas nobles fue mayor en las enteras e inmunocastradas ($P < 0,05$). En las condiciones de nuestro trabajo, podemos concluir que la inmunocastración es una alternativa productiva ventajosa a la castración física en cerdas Ibéricas, recomendándose una separación de 10 ± 2 semanas entre la aplicación de la 2ª dosis de Improvac® y el sacrificio para la obtención del máximo beneficio, e igualmente, con las mismas pautas de aplicación, presenta una conversión más favorable a los distintos pesos de sacrificio comerciales en relación con cerdas enteras. La castración quirúrgica es la opción menos interesante.

Palabras clave: Cerda Ibérica, inmunocastración, castración quirúrgica, crecimiento, rendimiento de piezas nobles.

1. Autor para correspondencia: gomferjs@itacyl.es

Abstract

The effect of immunocastration and surgically castration on growth performance and carcass quality in fattening period of Iberian female pigs

A total of 192 Iberian female pigs (Duroc x Iberian), with 110 days old and 44.94 ± 3.41 kg, were used to test the effect of immunological castration Improvac ® (Pfizer Animal Health). The trial was conducted at the Centro de Pruebas de Porcino of Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y Léon in Segovia (Spain) The experiment was designed in randomized blocks, with 3 treatments (surgically castrated, entire female and inmunocastrated), 48 total replicates of 4 pigs each and 16 replicates per treatment. The animals were weighed individually every 15 days and it was estimated feed intake, weight gain and feed conversion. Once applied the two doses of Improvac® (60 kg and 84.2 kg) of body weight, differences between entire females and inmunocastrated became statistically significant ($P < 0.05$) over 100 kg, remaining the significance to 170 kg, showing the latest higher feed intake, average daily gain and feed conversion ratio (21.25, 19.24 and 1.44%, respectively; $P < 0.05$). In relation to castrated and after application of the second dose, inmunocastrated increased feed intake (12% on average, depending on the weight considered) and daily gain (22.24%), decreasing by 7.6% feed conversion ratio ($P < 0.05$). On the other hand, castrated feed intake is higher (8.35%), with lower daily gain (2.6%) and higher feed conversion ratio (11%) than the entire females ($P < 0.05$). At slaughter, the entire females showed lower carcass yield (78.02 vs. 79.14 and 78.79% for entires, castrated and inmunocastrated respectively, $P < 0.05$). By contrast, the weight of prime cuts parts was higher in the entire and inmunocastrated ($P < 0.05$). Under the our conditions, we can conclude that the immunocastration is a productive alternative advantageous to physical castration in Iberian females, recommending a separation of 10 ± 2 weeks between the application of the second dose of Improvac ® and sacrifice to obtain the maximum benefit, and also with the same pattern of application, has a more favorable conversion to commercial slaughter weights in relation to entire female. Surgical castration is the least interesting option.

Key words: Iberian female, immunological castration, surgically castration, growth performance, prime cuts performance.

Introducción

La raza porcina Ibérica (*Sus ibericus*, Sanson 1878) es una de las razas autóctonas de la Península Ibérica. Hoy, el Tronco Porcino Ibérico está considerado una agrupación racial muy heterogénea, constituida por diferentes estirpes y líneas Ibéricas junto con el denominado Cerdo Negro Mallorquín (Aparicio, 1964; Clemente *et al.*, 2006 y 2007).

Las características particulares de la explotación del cerdo Ibérico en la dehesa señaladas por Columela en el siglo I d.C. (1979) y el Liber Iudiciorum, en el 654 d. C. (citado por Nieto, 1959) continúan vigentes hoy en muchas explotaciones (Laguna, 1998; López-Bote *et al.*, 2000; ASICI, 2009; Temple *et al.*, 2011). Entre estas características, cabe destacar las dos siguientes: la explotación en extensivo y una edad de sacrificio del animal cebado que la ley establece en un mínimo de 10 (cebo), 12 (cebo de campo) o 14 (recebo y bellota) meses de edad (RD 1469/2007). El sacrificio a esas edades permite la aparición de la pubertad, comportamientos agresivos, cubriciones no deseadas y riesgo de transmisión de enfermedades –por contacto con jabalíes– y, finalmente, la aparición de "olor sexual" en los productos cárnicos derivados, como ocurre también, en sacrificios más tempranos en otras razas (EFSA, 2004). Todo ello obligó tradicionalmente (Aparicio, 1977; Ventanas, 2006) a la castración de machos y hembras de la raza Ibérica cebados en extensivo.

La creciente preocupación de los consumidores europeos y los medios de comunicación social por el bienestar de los animales de abasto ha motivado que la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) publique sendas opiniones científicas sobre la castración en la especie porcina (EFSA, 2004 y 2012), que inspiran la legislación vigente en toda la Unión Europea (UE). De este modo, la castración de las cerdas está prohibida en toda la UE por la Directiva 120/2008/CE del Consejo (2008) y en España por los Reales Decretos 1135/2002 y 1221/2009. Además, desde el 2012 la castración quirúrgica deberá incluir analgesia prolongada y anestesia y, a partir de 2018, deberá abandonarse en toda la UE (FVE-Federation of Veterinarians of Europe, 2009; PIGCAS, 2009). Sin embargo, en el caso de productos amparados bajo figuras de calidad, la "European Declaration on alternatives to surgical castration of pigs" (2010) reconoció que la castración de los animales era un requisito del mercado, no una decisión del productor, e inevitable para alcanzar los niveles de calidad que se exige a dichos productos. Efectivamente, la castración de los machos es un factor determinante de la calidad de la canal y de la carne (López-Bote *et al.*, 2000), y la de la hembras también ha sido propuesta como alternativa (Peinado *et al.*, 2008; Cámara *et al.*, 2009).

El *corpus* de conocimientos científicos sobre bienestar animal (Welfare Quality Project, 2004; PIGCAS, 2007 y 2008) apoya el rechazo social a la castración quirúrgica de los cerdos (Meijer y Van den Toren, 2010; Leclerq *et al.*, 2012) y estimula la búsqueda de alternativas (FVE, 2001 y 2009), entre las cuales se encuentra la inmunización frente al factor liberador de gonadotropinas (GnRF) o inmunocastración con Improvac® (Pfizer Animal Health; European Medicine Agency, 2011). Este procedimiento está considerado un método ético, práctico, económico y efectivo (Prunier *et al.,* 2006; Allison *et al.*, 2009; Rault, 2011), aún a pesos vivos elevados (Morales *et al.*, 2010; Škrlep *et al.*, 2010; Pereira dos Santos *et al.*, 2012) y también en reproductores tras el descarte (Agudelo *et al.*, 2011), y está aceptado por los consumidores (Colin y Martin, 2011; Spring *et al.*, 2011).

Aunque el actual sistema productivo del cerdo Ibérico es, mayoritariamente, intensivo (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012), la castración de las cerdas se sigue practicando sin que se haya demostrado completamente una menor productividad por la aparición del celo (Mateos *et al.*, 2009). De este modo, encontramos suficientemente justificado el estudio de la inmunocastración en hembras de raza Ibérica explotadas en intensivo, planteado en este trabajo, con el doble objetivo de evaluar la utilización de Improvac® como alternativa a la castración quirúrgica y determinar la influencia de la castración y de Improvac® en los parámetros zootécnicos de cebo y matadero. La novedad de nuestro trabajo (Improvac® no ha registrado su uso en cerdas) reside en el hecho de que la inmunocastración no se ha probado antes en hembras, salvo de forma testimonial (Esbenshade y Brito, 1985; Zeng *et al.*, 2002; McCauley *et al.*, 2003; Oliver *et al.*, 2003), de hecho, no hemos encontrado en la literatura ninguna experiencia similar en cerdas de razas mediterráneas como la Ibérica, a excepción de la prueba de campo de Fernández-Moya (2011).

Material y métodos

Animales experimentales

Se utilizaron un total de 192 hembras Duroc*Ibérica (64 castradas quirúrgicamente y 128 enteras), procedentes del término municipal de La Roca de la Sierra, en Badajoz. La castración quirúrgica del lote correspondiente se realizó en la granja de origen a los dos me-

ses de edad, de acuerdo con la legislación vigente. Al día siguiente de su llegada al Centro de Pruebas de Porcino, se identificaron y pesaron individualmente, distribuyéndose en función del peso y estado reproductivo, asignándose a los distintos tratamientos experimentales: cerdas castradas quirúrgicamente –CC–, enteras –CE– e inmunocastradas –CI–. Tras un periodo de adaptación de 2 semanas, el periodo experimental propiamente dicho comenzó cuando las cerdas alcanzaron los 110 días de vida y un peso vivo inicial (P0) de 44,94 ± 3,41 kg.

Instalaciones experimentales

El ensayo se llevó a cabo en la nave de cebo del Centro de Pruebas de Porcino del Instituto Tecnológico Agrario (ITACyL), de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León, situado en Hontalbilla (Segovia). Los animales experimentales fueron alojados en 4 salas, provistas con 12 departamentos por sala y 4 cerdas en cada una (1,4 m^2 por cerda), con cama de paja, tolva holandesa y 1 bebedero de chupete. Las condiciones de temperatura, humedad y ventilación fueron controladas automáticamente.

Diseño experimental

El ensayo se diseñó en 4 bloques completos al azar, con 3 tratamientos según el estado reproductivo (CC, CE y CI), 16 réplicas por tratamiento y 4 cerdas por réplica.

La vacunación con Improvac® al grupo experimental correspondiente se realizó el día 31 de mayo de 2011 (1ª dosis) y el 28 de junio siguiente (2ª dosis), a las 18 y 22 semanas de edad, con 60 y 84,2 kg de peso vivo, respectivamente. Se practicaron también las vacunas recomendadas por la granja de origen frente a Aujeszky y Mal Rojo.

Piensos

Los piensos utilizados fueron fabricados en Griñón (Madrid), y se administraron *ad libitum* en forma de gránulo de 2,5 mm, de acuerdo con la edad de los animales. Desde el inicio del periodo experimental, todas las cerdas recibieron un pienso de cebo. El cambio al pienso de acabado se realizó a la vez en todos los grupos experimentales, coincidiendo con la pesada P4. La composición de los piensos se muestra en la tabla 1.

Controles

Se efectuaron un total de 10 pesadas individuales (P1 a P10, además de la pesada inicial P0) en intervalos de dos semanas o coincidiendo con los cambios de pienso, en una báscula S-4C de Sipesa (Girona, España). Al mismo tiempo, se calculó el consumo total de pienso para cada departamento; con ambos datos, se pudo evaluar el consumo medio diario por animal (CMD; kg), la ganancia media diaria (GMD; kg), y el índice de conversión (IC; kg de pienso consumido/kg de ganancia de peso). Diariamente se supervisó el estado sanitario, registrándose las incidencias.

Los animales se sacrificaron en dos lotes, aunque sólo se hizo seguimiento en matadero del primero de ellos. El día anterior a la carga y transporte a matadero, fecha de la última pesada (P10) a todos los animales, se tatuaron los animales del primer lote y se mantuvieron en ayuno durante las 20 horas previas al sacrificio, que tuvo lugar en el matadero de Zafra (Badajoz). El aturdimiento se llevó a cabo en cámara de dióxido de carbono, con una concentración mínima superior al 80% y durante 45". Una vez faenados, se registró el peso de las canales y se identificaron todos los jamones, paletas y lomos. A continuación, las canales se transportaron a una sala de despiece en Fregenal de la Sierra (Badajoz), donde se obtuvo el peso de cada una de las piezas no-

Tabla 1. Composición formulada de los piensos
Table 1. Formulated composition of diets

	Nutrientes[1] %											
Fases	MS	PB	GB	FB	C	Al	Ca	P	Lys	Met+Cys	Thr	Trp	EN
Cebo	89,9	14,7	7,0	5,8	5,2	36,5	0,83	0,46	0,72	0,54	0,52	0,16	2445
Acabado	89,9	11,5	8,4	5,0	6,7	37,5	0,70	0,38	0,56	0,44	0,41	0,14	2484

[1] MS, material seca; PB, proteína bruta; GB, grasa bruta, FB, fibra bruta; C, cenizas; Al, almidón; Ca, calcio; P, fósforo; Lys, lisina; Met+Cys, metionina + cisteína; Thr, treonina; Trp, triptófano; EN, energía neta kcal/kg.

bles (jamones, paletas y lomos) mediante una balanza Gram CK-30 (Barcelona, España). Con todos estos datos se hallaron los distintos rendimientos de canal y piezas nobles.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante los procedimientos GLM, REG y CORR del SAS (9.1), según el siguiente modelo:

Producción (la unidad experimental fue el departamento).

$Y_{ijk} = \mu + EREPRO_i + bloque_j\ (sala) + \alpha P0 + \varepsilon_{ijk}$

donde: Y: crecimiento, consumo, IC, peso; μ: media general; EREPRO: estado reproductivo (CC, CE y CI); α: coeficiente de regresión parcial entre P0 e Y; P0: covariable, peso al inicio del periodo experimental y ε: error residual.

Calidad de la canal (la unidad experimental fue el animal)

$Y_{ij} = \mu + EREPRO_i + \varepsilon_{ij}$

donde: Y: peso canal caliente, rendimiento canal, rendimiento de piezas nobles –peso y porcentaje–; μ: media general; EREPRO: estado reproductivo (CC, CE y CI); y ε: error residual.

Resultados

La pesada P4 fue el control siguiente a la 2ª dosis de Improvac ®, con lo que hemos establecido la fecha de esta pesada como límite de dos periodos: pre-improvac (previo a P4) y post-improvac (posterior a P4).

La tabla 2 completa los resultados adelantados por Mercado *et al.* (2012; en este trabajo pueden encontrarse los datos de las pesadas P1, P2 y P3). El peso de las CC fue mayor que los pesos de los otros dos tratamientos ex-

Tabla 2. Evolución del peso según el estado reproductivo (N = 48; n = 16)
Table 2. Evolution of body weight depending on reproductive status (N = 48; n = 16)

Variables[1]	Fecha pesada	Castradas	Enteras	Inmunocastradas	eem[2]	sig[3]
P0 Cov	10/05/11	43,70	45,66	45,45	–	–
P4	08/07/11	97,39[a]	92,83[b]	93,98[b]	0,999	***
P5	27/07/11	111,19[a]	106,26[b]	110,95[a]	1,192	***
P6	09/08/11	123,92[a]	119,33[b]	127,33[a]	1,397	***
P7	23/08/11	133,74[b]	129,47[b]	138,53[a]	1,509	***
P8	06/09/11	142,40[b]	139,22[b]	149,56[a]	1,645	***
P9	20/09/11	151,01[b]	149,74[b]	158,53[a]	1,812	***
P10	05/10/11	162,88[b]	164,52[b]	170,76[a]	2,089	**

[1] P: pesadas, en kg de peso vivo; Cov: covariable.

[2] eem: error estándar de la media.

[3] Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P < 0,05).

perimentales hasta el P4 (P < 0,05), evolucionando sin diferencias significativas (P > 0,05) en CE y CI. Desde el primer mes (P5) tras la administración de la 2ª dosis de Improvac ®, el tratamiento CI se adelantó definitivamente al CE, creciendo hasta P7 del mismo modo que las CC, momento en el que CI alcanzó los 140 kg de peso vivo. En ese punto y hasta los 170 kg de peso vivo (P10), también superó significativamente a CC (P < 0,05). Por su parte, desde P7, los tratamientos CC y CE no presentaron diferencias en la evolución de su peso vivo (P > 0,05). La diferencia de peso de los tratamientos CC y CE frente a las CI llegó a un máximo en P8. Desde aquí, el crecimiento de CE fue más rápido y las diferencias con CI, aún significativas, se redujeron progresivamente. Sin embargo, el tratamiento CC, tras P8, continuó disminuyendo ligeramente su peso vivo respecto de CI. El peso de sacrificio más elevado lo alcanzaron las cerdas CI (170,76 kg en P10), cuando todos los tratamientos llegaron a los 8,2 meses de edad.

El cálculo de los otros parámetros de rendimiento productivo (CMD, GMD e IC), mostrados en la tabla 3, se ha hecho de forma acumulada, desde la pesada inmediatamente posterior (P4) a la revacunación de Improvac® hasta cada una de las pesadas siguientes (P5 a P10). Hemos incluido también el periodo inicial del ensayo, de P0 a P4.

Hasta el momento de aplicación de la 2ª dosis, los grupos de CE y CI se comportaron de forma similar (P > 0,05), con diferencias significativas con las CC, tanto en CMD como en GMD (P < 0,05). En esta etapa inicial aparecen diferencias significativas entre CE (que se comportan igual que las CC) y CI en lo que respecta al IC. En el primero de los intervalos que se han considerado (P4 a P5), el consumo medio diario de las CI se diferenció significativamente de las CE, y de las CC en el segundo de dichos intervalos (P4 a P6). Estas diferencias de consumo permanecieron significativas entre todos los grupos experimentales sólo hasta el intervalo P4 a P7 (P < 0,05); a partir de aquí

Tabla 3. Consumo, crecimiento y conversión según pesadas (N = 48; n = 16)
Table 3. Evolution feed intake, average daily gain and feed conversion ratio depending on reproductive status (N = 48; n = 16)

Variables[1]	Castradas	Enteras	Inmunocastradas	eem[2]	sig[3]
CMD 0-4	3,108[a]	2,734[b]	2,653[b]	0,052	***
GMD 0-4	0,889[a]	0,811[b]	0,830[b]	0,017	***
IC 0-4	3,50[a]	3,38[a]	3,19[b]	0,045	**
CMD 4-5	3,827[a]	3,266[b]	4,079[a]	0,088	***
GMD 4-5	0,836[b]	0,808[b]	1,032[a]	0,031	***
IC 4-5	4,63[a]	4,11[b]	3,96[b]	0,117	**
CMD 4-6	3,755[b]	3,321[c]	4,20[a]	0,078	***
GMD 4-6	0,817[b]	0,815[b]	1,025[a]	0,024	***
IC 4-6	4,63[a]	4,11[b]	4,11[b]	0,105	**
CMD 4-7	3,709[b]	3,385[c]	4,183[a]	0,071	***
GMD 4-7	0,789[b]	0,797[b]	0,969[a]	0,022	***
IC 4-7	4,72[a]	4,27[b]	4,33[b]	0,078	**
CMD 4-8	3,634[b]	3,438[b]	4,150[a]	0,068	***
GMD 4-8	0,745[b]	0,773[b]	0,927[a]	0,017	***
IC 4-8	4,87[a]	4,45[b]	4,48[b]	0,070	***
CMD 4-9	3,568[b]	3,438[b]	4,070[a]	0,065	***
GMD 4-9	0,725[b]	0,768[b]	0,873[a]	0,017	***
IC 4-9	4,94[a]	4,48[c]	4,67[b]	0,064	***
CMD 4-10	3,572[b]	3,541[b]	4,020[a]	0,063	***
GMD 4-10	0,717[c]	0,785[b]	0,838[a]	0,016	***
IC 4-10	4,99[a]	4,52[c]	4,79[b]	0,055	***

[1] CMD: kg de consumo medio diario; GMD: kg de ganancia media diaria; IC: kg/kg de índice de conversión. 0-4: periodo inicial hasta la 2ª dosis de Improvac®; los periodos sucesivos comienzan todos en la pesada P4, la siguiente a la revacunación con Improvac® y comprenden hasta cada una de las pesadas realizadas, desde P5 a P10.

[2] eem: error estándar de la media.

[3] Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P < 0,05).

(P4 a P8, a P9 y a P10), sólo encontramos diferencias numéricas entre CC y CE, con consumos que rondaron los 3,5 kg diarios. Estas diferencias de CMD, se tradujeron en diferencias significativas de GMD entre los grupos CI y CE, a favor de las primeras, independientemente del intervalo considerado, mientras que CC y CE no mostraron, diferencias

salvo en el periodo P4 a P10, con crecimientos diarios de 0,717 y 0,785 kg respectivamente (P < 0,001). El IC fue similar entre CE y CI, hasta el intervalo P4 a P8, incluido. A partir de aquí, las CI transformaron entre un 4 y un 6% peor que las CE (P < 0,001), mientras que los valores correspondientes a CC fueron siempre mayores que en los otros dos grupos experimentales (P < 0,05). Asimismo, llama la atención que las CC consumieron más (8,35% de media, en función del peso que consideremos), con menor ganancia diaria (2,6%) y una mayor conversión (11%) que las CE.

La tabla 4 presenta los datos globales del ensayo, acumulados desde P0 hasta cada una de las pesadas siguientes a la 2ª dosis de Improvac®, es decir, hasta P5 y sucesivas. El CMD de

Tabla 4. Consumo, crecimiento y conversión acumulados según pesadas (N = 48; n = 16)
Table 4. Accumulated evolution of feed intake, average daily gain and feed conversion ratio depending on reproductive status (N = 48; n = 16)

Variables[1]	Castradas	Enteras	Inmunocastradas	eem[2]	sig[3]
CMD 0-5	3,254[a]	2,841[b]	2,955[b]	0,051	***
GMD 0-5	0,878[a]	0,811[b]	0,873[a]	0,016	**
IC 0-5	3,71[a]	3,51[b]	3,39[c]	0,041	***
CMD 0-6	3,334[a]	2,935[b]	3,195[a]	0,053	***
GMD 0-6	0,864[a]	0,813[b]	0,899[a]	0,015	**
IC 0-6	3,86[a]	3,62[b]	3,55[b]	0,037	***
CMD 0-7	3,367[a]	3,008[b]	3,314[a]	0,053	***
GMD 0-7	0,846[b]	0,805[b]	0,891[a]	0,014	**
IC 0-7	3,98[a]	3,74[b]	3,72[b]	0,034	***
CMD 0-8	3,368[a]	3,079[b]	3,398[a]	0,054	**
GMD 0-8	0,819[b]	0,792[b]	0,879[a]	0,014	**
IC 0-8	4,12[a]	3,89[b]	3,87[b]	0,036	***
CMD 0-9	3,359[a]	3,114[b]	3,429[a]	0,052	**
GMD 0-9	0,797[b]	0,789[b]	0,856[a]	0,014	**
IC 0-9	4,23[a]	3,96[b]	4,02[b]	0,036	***
CMD 0-10	3,387[a]	3,210[b]	3,475[a]	0,050	*
GMD 0-10	0,784[b]	0,797[b]	0,836[a]	0,014	*
IC 0-10	4,32[a]	4,04[c]	4,16[b]	0,038	***

[1] CMD: kg de consumo medio diario; GMD: kg de ganancia media diaria; IC: kg/kg de índice de conversión. 0-4: periodo inicial hasta la 2ª dosis de Improvac®; los periodos sucesivos comienzan todos en la pesada P0 y comprenden hasta cada una de las pesadas realizadas, desde P5 a P10.

[2] eem: error estándar de la media.

[3] Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P < 0,05).

CI fue menor (1,6% de media, en función de la pesada que consideremos) que en CC y más elevado (8,97%) al de CE, mientras que CC también tuvo un consumo mayor (10%) que CE (P < 0,05). La GMD de CI fue superior a CC (5,03% de media) y a CE (8,88%). La conversión de CI fue menor que en CC (6,32%; P < 0,05), igual que en el tratamiento CE hasta P8, y significativamente superior a éstas hasta el P10 (2,24%). El IC fue mayor, en más del 6% de media, en las CC frente a las CE (P < 0,05).

La tabla 5 presenta los datos de calidad de canal y piezas nobles del primer lote de cerdas sacrificadas.

Las medias de los pesos finales –de sacrificio– no mostraron diferencias significativas y sólo puede hablarse de tendencia (P = 0,068) a favor del grupo CI. Tampoco hubo diferencias en los pesos de las canales. El rendimiento de la canal fue menor en CE (78,02%) que en CI (78,79%) y CC (79,14%) (P < 0,01), posiblemente debido a un mayor engrasamiento de

Tabla 5. Calidad de canal y rendimiento de piezas nobles
Table 5. Carcass traits and mean lean cuts yield

Variables (Kg)[1]	Castradas (n = 31)	Enteras (n = 29)	Inmunocastradas (n = 31)	eem[2]	sig[3]
Peso de sacrificio	161,33	165,21	169,96	2,63	0,068
Peso canal	127,67	129,05	133,89	2,16	0,10
Peso canal	127,67	129,05	133,89	2,16	0,10
Rdto. Canal (%)	79,14[a]	78,02[b]	78,79[a]	0,28	**
Jamones perfilados	12,57[a]	13,50[b]	13,27[b]	0,19	**
Paletas perfiladas	7,59[a]	8,28[b]	8,02[b]	0,11	***
Lomos	2,71[a]	3,05[b]	2,82[a]	0,05	***
Jamones perfilados %	9,86[a]	10,56[b]	9,91[a]	0,10	***
Paletas perfiladas %	5,96[a]	6,44[b]	6,00[a]	0,07	***
Lomos %	2,13[a]	2,36[b]	2,11[a]	0,04	***

[1] Los datos de jamones, paletas y lomos, son la media de los dos lados.

[2] eem: error estándar de la media.

[3] Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P < 0,05).

la canal de CC; sin embargo, jamones y paletas pesaron más en CE y CI, mientras que los lomos más grandes correspondieron a CE. El rendimiento de jamones, paletas y lomos fue igual en CC y CI e inferior a las CE (P < 0,05).

En la tabla 6 mostramos las ecuaciones de regresión que relacionan el peso final con los rendimientos y pesos de canal y piezas nobles. El mejor ajuste entre las variables se establece con funciones de estructura lineal, variando los pesos de sacrificio entre 131,4 y 192,1 kg, 123,5 y 198,7 kg y 148,6 y 193,2 kg para CC, CE y CI, respectivamente.

Es importante valorar la ventaja en días de engorde que supone la inmunocastración. En la tabla 7 se indican los días necesarios pa-

Tabla 6. Ecuaciones de regresión lineal relacionando el peso de sacrificio (PS: 120 a 190 kg) con el rendimiento (%) de canal y el peso de canal y piezas nobles según el tratamiento
Table 6. Linear regression equations between slaughter weight (SW: 120 to 190 kg) and carcass yield (%), carcass and prime cuts weight according to the treatment

	Ecuaciones	R^2*	DR**	sig
Castradas (n = 31)	%Canal = 79,51 - 0,002 (PS)	0,0006	1,26	NS
	Peso canal = 0,719 + 0,786 (PS)	0,96	2,03	***
	Peso jamón = 4,778 + 0,048 (PS)	0,59	0,54	***
	Peso paleta = 3,126 + 0,027 (PS)	0,48	0,39	***
	Peso lomo = 2,04 + 0,004 (PS)	0,04	0,25	NS
Enteras (n = 29)	%Canal = 69,08 + 0,054 (PS)	0,30	1,37	***
	Peso canal = -13,04 + 0,86 (PS)	0,97	2,12	***
	Peso jamón = 4,014 + 0,057 (PS)	0,68	0,64	***
	Peso paleta = 3,186 + 0,03 (PS)	0,58	0,43	***
	Peso lomo = 0,815 + 0,013 (PS)	0,40	0,27	***
Inmunocastradas (n = 31)	%Canal = 81,56 + 0,016 (PS)	0,03	1,30	NS
	Peso canal = 4,242 + 0,763 (PS)	0,96	2,14	***
	Peso jamón = 1,694 + 0,069 (PS)	0,61	0,75	***
	Peso paleta = 2,239 + 0,034 (PS)	0,54	0,43	***
	Peso lomo = 0,138 + 0,016 (PS)	0,35	0,29	***

* Coeficiente de determinación. ** Desviación Residual.

ra llegar a los pesos comerciales de sacrificio, de 130 a 170 kg según necesidades o intereses de mercado. Tomando como referencia el peso de las cerdas inmunocastradas, vemos igualmente la evolución del rendimiento y peso de canal y piezas nobles en los distintos tratamientos.

Discusión

En nuestro trabajo, hemos ensayado una pauta de administración de Improvac® que permita obtener información suficiente sobre los tiempos mínimo de aparición y máximo de duración del efecto. Sánchez-Esquiliche y Rodríguez-Estévez (2011), en su revisión de resultados productivos en las fases de crecimiento y cebo del cerdo Ibérico, encontraron que para animales cruzados al 50%, en intensivo y sin restricción alimentaria, los pesos de sacrificio oscilaban entre los 125 (a 240 días de edad) y los 156 kg. En el caso de animales Ibéricos puros que hubieran entrado en montanera con más de 1 año de edad, el peso máximo de sacrificio podía llegar a los 170 kg (y 510 días de edad). De este modo, no hemos considerado *a priori* un determinado peso al sacrificio, sino que hemos ana-

Tabla 7. Evolución según los días de engorde (desde los 44 kg de peso), del rendimiento (%) de canal y peso de canal y piezas nobles (kg) en los distintos tratamientos
Table 7. Evolution by days of fattening (from 44 kg live weight), of carcass yield (%) and carcass weight and prime cuts (kg) in the different treatments

		Días de engorde				
		95	107	120	135	148
Castradas (n = 31)	Peso sacrificio	126,72	134,98	143,02	152,59	162,88
	%Canal	79,26	79,24	79,22	79,20	79,18
	Peso canal	100,32	106,81	113,13	120,65	128,74
	Peso jamón	10,86	11,26	11,64	12,10	12,60
	Peso paleta	6,54	6,77	6,98	7,24	7,52
	Peso lomo	2,55	2,58	2,61	2,65	2,69
Enteras (n = 29)	Peso sacrificio	122,5	130,86	139,97	151,7	164,52
	%Canal	75,70	76,15	76,64	77,27	77,96
	Peso canal	92,31	99,50	107,33	117,42	128,45
	Peso jamón	11,00	11,47	11,99	12,66	13,39
	Peso paleta	6,86	7,11	7,39	7,74	8,12
	Peso lomo	2,41	2,52	2,63	2,79	2,95
Inmuno castradas (n = 31)	Peso sacrificio	130	140	150	160	170
	%Canal	83,64	83,80	83,96	84,12	84,28
	Peso canal	103,43	111,06	118,69	126,32	133,95
	Peso jamón	10,66	11,35	12,04	12,73	13,42
	Peso paleta	6,66	7,00	7,34	7,68	8,02
	Peso lomo	2,22	2,38	2,54	2,70	2,86

lizado todos los intervalos posibles, con el fin de obtener resultados acumulativos. Además, tiene interés definir la duración del efecto de Improvac® por varias razones: en primer lugar, porque los animales se comporten como enteros el máximo tiempo posible, por ser mayor la eficacia productiva de éstos últimos sobre los castrados (Bonneau *et al.*, 1994) y, en segundo lugar, por mantener su actividad hasta, como mínimo, el sacrificio del animal, que puede ocurrir a pesos y edades variables, en función del mercado (Lealiifano *et al.,* 2011; Sánchez-Esquiliche y Rodríguez-Estévez, 2011). En nuestro caso, la 2ª dosis de Improvac® se aplicó 99 días antes de la fecha de sacrificio; sólo hemos encontrado una referencia comparable (Zamaratskaia *et al.*, 2008) en cebo de cerdo blanco, que estudió un intervalo de hasta 22 semanas tras la revacunación; otros trabajos (citados por

Batorek *et al.*, 2012) se centran en el efecto sobre órganos reproductores. En consecuencia, el periodo estudiado también es novedoso en las experiencias realizadas hasta ahora. Así, las diferencias entre CE y CI aparecen en la pesada P5, un mes después de la aplicación de la 2ª dosis de Improvac® y se mantienen ($P < 0,05$) hasta la pesada P10, 14 semanas después. La diferencia máxima de peso vivo entre CE y CI ocurre en la pesada P8, con 10,34 kg a favor de éstas últimas (10 semanas tras la revacunación), aunque en P7 y en P9, las diferencias son comparables (9,07 y 8,79 kg de peso vivo a favor del grupo Improvac®), con lo que, en nuestras condiciones, podemos señalar un periodo mínimo de 30 días tras la 2ª dosis para un efecto significativo de Improvac® sobre el peso vivo respecto a las CE, un periodo máximo de efecto de hasta 99 días y un periodo de máximas diferencias entre CE y CI de 70 ± 14 días.

Considerando el periodo "post-Improvac", las cerdas CI consumieron más pienso (21,25%) y crecieron más (19,24%), con una conversión ligeramente superior (1,44%) respecto a CE. Esta última diferencia no tuvo significación estadística hasta pesos elevados (a partir de P9). De esta forma, no hemos encontrado mejores rendimientos de las CE frente a las CI, ni en velocidad de crecimiento, con diferencias de hasta 15 días a favor de éstas últimas, ni en índice de conversión, similares hasta la pesada P9. Tampoco hemos encontrado diferencias en el peso de las piezas nobles de CI y CE (salvo peso de los lomos). Estos resultados suponen una novedad en los estudios con Improvac®: aunque las últimas revisiones (Dunshea, 2010; Millet *et al.*, 2011; Batorek *et al.*, 2012) mencionan la heterogeneidad de los resultados, parece asumido por la literatura (Albrecht, 2011) que los rendimientos de animales (machos) inmunocastrados se encuentran en una posición intermedia entre enteros y castrados quirúrgicamente, con lo que se aconseja retrasar la aplicación de la 2ª dosis de Improvac®, con tal que los animales se comporten como enteros el mayor tiempo posible.

En comparación con las CC, las cerdas CI consumieron más pienso (12%) y crecieron más (22,24%), pero con una conversión muy favorable al grupo CI (7,6%). En matadero, las cerdas CI tuvieron jamones más pesados (1,7 kg), pero con paletas, lomos y rendimientos de piezas nobles sin diferencias estadísticas. De este modo, los rendimientos obtenidos de las CC frente a las CE desaconsejan la castración física de las cerdas, al menos en sistemas intensivos y con alimentación *ad libitum*.

Hay que destacar que todos los grupos experimentales alcanzan pesos de sacrificio, independientemente del mercado al que se destinen, antes de la edad mínima legal que marca la Norma (RD 1469/2007), con lo que estamos de acuerdo con Sánchez-Esquiliche y Rodríguez-Estévez (2011) en que esa medida legal no contempla los rendimientos potenciales del cruce con Duroc y, acaso tampoco, del sistema intensivo de producción. Asimismo, el peso del lomo de CC (2,7 kg de media) no tuvo correlación lineal significativa con el peso de sacrificio (en los intervalos de peso de este trabajo), como tampoco con el peso de canal de este grupo (Gómez-Fernández *et al.*, 2012).

Los rendimientos productivos obtenidos podrían ser otros con pautas vacunales distintas, en grupos de mayor tamaño, con mayor interacción social (Dunshea, 2010), en condiciones de racionamiento alimentario (Pereira dos Santos *et al.*, 2012), con una variabilidad genética añadida (Gómez-Izquierdo, 2007) o con diferentes condiciones de sanidad (ASICI, 2009; Mullan *et al.*, 2011).

Aunque sólo un 3% de las canales de hembras enteras presente olores desagradables, el peso de sacrificio tan elevado en cerdas Ibéricas podría causar algún problema de este tipo, como ocurre en razas blancas (Latorre, 2011). Zamaratskaia *et al.* (2008), encontraron niveles bajos de androstenona, escatol e indol en machos vacunados 22 semanas antes del

sacrificio. Este rango tan amplio de efectividad de Improvac® contra el olor sexual permite suponer que se obtendrían resultados comparables en el Ibérico, pero es algo que debe estudiarse, tanto por la presencia de otros compuestos (desconocidos) responsables del mismo (Škrlep *et al.*, 2010), como por la diversa sensibilidad de los consumidores y los mercados (Blanch *et al.*, 2010).

Se ha comprobado que Improvac® disminuye la grasa dorsal en machos inmunocastrados frente a castrados; al mismo tiempo, aumenta la grasa dorsal frente a los enteros (Dunshea, 2010). También afecta del mismo modo a la grasa de cobertura del jamón (Gispert y López-Bote, 2011). De mantenerse dicha tendencia y dadas las características del mercado del Ibérico, la disminución de la grasa dorsal frente a los animales castrados físicamente no debería ser un problema insalvable. En cualquier caso el proceso de elaboración, como eslabón esencial en la cadena de calidad (Olivares *et al.*, 2007), deberá adoptar los cambios oportunos.

Finalmente, deberán ajustarse los requerimientos y los aportes en el diseño de las dietas teniendo en cuenta los mayores consumos de pienso de los animales inmunocastrados (Palomo, 2010), los diversos sistemas productivos (Buxadé y Daza, 2000) y los requisitos de los mercados (MAPA-Instituto Cerdá, 2005; Rubio *et al.*, 2007; Blanch *et al.*, 2010) y de la Norma de calidad (RD 1469/2007).

Conclusión

En las condiciones de nuestro trabajo, podemos concluir que la inmunocastración es una alternativa productiva y económicamente ventajosa a la castración física en cerdas Ibéricas y a la producción de hembras enteras, recomendándose, en nuestro caso, una separación de 10 ± 2 semanas entre la aplicación de la 2ª dosis de Improvac® y el sacrificio para la obtención del máximo beneficio. Además, no hemos encontrado ventaja productiva alguna de las castradas quirúrgicamente frente a las enteras.

Bibliografía

Allison J, Helmholdt E, Pearce M, Brock F, Crane J, 2009. Comparison of mortality (animal withdrawal) rates in male fattening pigs reared using either physical castration or vaccination with Improvac® as the method to reduce boar taint. ESPHM (European Symposium on Porcine Health Management), Copenhagen, Denmark, 28-29 August.

Aparicio JB, 1964. Ceba de cerdos Ibéricos en montanera. *Arch. Zootec*. 13: 230-264.

Aparicio JB, 1977. Fattening of the Iberian Pig. VII. Gain in live weight with mountain pasturage diet supplemented with soya, flour control of dorsal fat deposit. *Arch. Zootec.* 26 (101), pp: 97-110.

Agudelo JH, Estrada JF, Guzmán PA, 2011. Inmunocastración: alternativa humanitaria y efectiva a la castración quirúrgica de cerdos reproductores de descarte. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 24: 254-262.

Albrecht AK, 2011. Growth performance, carcass characteristics, meat quality and behaviour of Improvac^{TM}-treated male pigs in comparison with intact boars and barrows. PhD. Thesis. University of Veterinary Medicine Hannover.

ASICI (Asociación interprofesional del cerdo Ibérico) (2009) Plan estratégico.

Bailey AJ, Robins SP, 1976. Current topics in the biosynthesis, structure and function of collagen. *Science Progress* 63, 419-444.

Batorek N, Čandek-Potokar M, Bonneau M, Van Milgen J, 2012. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. Animal, 6, pp. 1330-1338 doi: 10.1017/S1751731112000146.

Blanch M, Panella-Riera N, Chevion P, González J, Gil M, Gispert M, Font i Furnols M, Oliver MA, 2010. Androstenone sensitivity of European consumers: the Spanish, French and English case. 61st Annual Meeting of the European for Animal Production. Creta.

Bonneau M, Dufour R, Chouvet C, Roulet C, Meadus W, Squires EJ, 1994. The effects of immunization against luteinising hormone-releasing hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. J. Anim. Sci. 72: 14-20.

Buxadé C, Daza A, 2000. Coordinadores. Porcino Ibérico: aspectos claves. MUNDI-PRENSA LIBROS, S.A., Madrid.

Cámara L, Serrano MP, Chaveinte C, Fuentetaja A, Mateos GG, 2009. Influencia del sexo sobre la productividad y la calidad de la canal en cerdo blanco destinado a la elaboración de jamones curados. AIDA. XIII Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II, 499-501.

Clemente I, Diéguez E, Forero FJ, 2007. Las razas porcinas autóctonas andaluzas: el cerdo Ibérico y sus estirpes. El Manchado de Jabugo. Enciclopedia Patrimonio Ganadero Andaluz.

Clemente I, Membrillo A, Azor PJ, Dorado G, Rodero A, Molina A, 2006. Algunas consideraciones sobre las diferentes clasificaciones del tronco porcino Ibérico: una propuesta integradora. Solo Cerdo Ibérico 16: 7-18.

Colin F, Martin S, 2011. Alternative à la castration chirurgicale du porcelet, vision globale et opportunités pour réduire la douleur animale. Bull. Acad. Vét. France 164 (1): 155-159.

Columela LJM, 1979. Los doce libros de Agricultura. Traducción al castellano de José Mª Álvarez de Sotomayor. Edición Facsímil. Santander.

Directiva 120/2008/CE del Consejo (2008).

Dunshea F, 2010. Castration in the swine industry and the impact on growth performance-physical versus vaccination. Proceedings of the London swine conference, p 85-98.

EFSA, 2004. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to welfare aspects of the castration of piglets. doi:10.2903/j.efsa.2004.91.

EFSA, 2012. Scientific Opinion on the use of animal-based measures to assess welfare in pigs EFSA Journal 2012; 10 (1): 2512 [85 pp.].

Esbenshade KL, Britt JH, 1985. Active Immunization of Guts against Gonadotropin-releasing Hormone: Effects on Secretion of Gonadotropins, Reproductive Function, and Responses to Agonists of Gonadotropin-releasing Hormone. Biology of reproduction 33 (3): 569-577.

European Medicine Agency, 2011. http://www.ema.europa.eu/ema/index.jsp?curl=pages/medicines/veterinary/medicines/000136/vet_med_000130.jsp&mid=WC0b01ac058008d7a8

European Declaration on alternatives to surgical castration of pigs, 2010.

Federation of Veterinarians of Europe, 2001. Pig Castration, FVE Position Paper. URL: Federation of Veterinarians of Europe, 2009. Pig Castration, FVE Position Paper.

Fernández-Moya E, 2011. Resultados del uso de la vacunación como alternativa a la castración física en Ibéricos. Sólo Cerdo Ibérico 26: 26-28.

Gispert M, López-Bote C, 2011. La inmunocastración como una alternativa a la castración quirúrgica de cerdos machos para la producción de jamón curado. VI Congreso Mundial del Jamón, Lugo, 21-23 de septiembre. 396p.

Gómez–Fernández J, Tomás C, Gómez-Izquierdo E, de Mercado E, 2012. Influence of immune castration (Improvac®) on the carcass weight and prediction of main lean cuts in Iberian females. 22nd IPVS Congress, Jeju, Korea.

Gómez-Izquierdo E, 2007. Ibérico, y además homogéneo. IV Congreso Mundial del Jamón, Salamanca. 481 p.

Laguna E, 1998. El cerdo Ibérico en el próximo milenio. Mundi-Prensa Libros, S.A. Madrid.

Latorre, MA, 2011. Factores no nutricionales que afectan a la calidad de la carne de cerdos blancos pesados. Ponencia presentada en el VI Congreso Mundial del Jamón, Lugo, 21-23 de septiembre.

Lealiifano AK, Pluske JR, Nicholls RR, Dunshea FR, Campbell RG, Hennessy DP, Miller DW, Hansen CFF, Mullan BP, 2011. Reducing the length of time between slaughter and the secondary gonadotropin-relseasing factor immunization improves growth performance and clears boar taint compounds in male finishing pigs. *J.* Anim. Sci. 89 (9): *2782-2792.*

Leclercq C, Merlot E, Thomas F, Compte R, Prunier A, 2012. Effets de la castration et de l'immunocastration sur l'axe corticotrope et le système immunitaire des porcs. Journées Recherche Porcine 44: 79-84.

López Bote C, Fructuoso G, Mateos GG, 2000. Sistemas de producción porcina y calidad de la carne. El cerdo ibérico. XVI Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. pp. 77-111.

MAPA-Instituto Cerdá, 2005. Citado en Cárnica 2000, nº 271/272, 52-53.

Mateos GG, Serrano MP, Cámara L, Fuentetaja A, Valencia DG, 2009. Factores nutricionales y de manejo que influyen sobre la calidad de la canal y la carne del cerdo Ibérico en intensivo. V Congreso Mundial del Jamón, Huelva.

McCauley I, Watt M, Suster D, Kerton DJ, Oliver WT, Harrell RJ, Dunshea FR, 2003. A GnRF vaccine (Improvac®) and porcine somatotropin (Reporcin®) have synergistic effects upon growth performance in both boars and gilts. Austr. J. Agric. Res. 54 (1) 11-20.

Meijer B, Van den Toren W, 2010. A leading role for supermarkets? A comparison of sustainability practices in the UK and the Netherlands. En: What´s on the menu? A comparative analysis of the agenda setting dynamics of sustainable meat and fish in four European countries. Roosvelt Academy. Herman Lelieveldt (editor); p. 55-83.

Mercado E, Tomás C, Gómez-Izquierdo E, Gómez-Fernández J, 2012. Effect of immune castration (Improvac®) on the evolution of live weight and prediction of the slaugther weight in Iberian females. 22nd IPVS Congress, Jeju, Korea.

Millet S, Gielkens K, De Brabander D, Janssens JPJ, 2011. Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. Animal. 2011 May; 5(7):1119-23.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012. Registro informático del Ibérico (RIBER). Censos de animales y productos comercializados.

Morales J, Gispert M, Hortos M, Pérez J, Suárez P, Piñeiro C, 2010. Evaluation of production performance and carcass quality characteristics of boars immunised against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) compared with physically castrated male, entire male and female pigs. Span. J. Agric. Res., 8 (3), 599-606.

Mullan BP, Moore KL, Payne HG, Trezona-Murray M, Pluske JR, Kim JC, 2011. Feed efficiency in growing pigs-what's possible? Recent Advances in Animal Nutrition-Australia, Volume 18, p. 17.

Nieto A, 1959. Ordenación de pastos, hierbas y rastrojeras. Junta Provincial de Fomento Pecuario. Valladolid.

Olivares A, Cordero G, López-Bote C, 2007. Estrategias productivas para la obtención de jamones de calidad. lV Congreso Mundial del Jamón. 481 p.

Oliver W, McCauley I, Harrell R, Suster D, Kerton D, Dunshea F, 2003. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. J. Anim. Sci. 81:1959-1966.

Palomo A, 2010. Nutrición en cerdos inmunocastrados. Mundo Ganadero 230: 38-43.

Peinado J, Medel P, Fuentetaja A, Mateos GG, 2008. Influence of sex and castration of females on growth performance and carcass and meat quality of heavy pigs destined to the dry cured industry. J. Anim. Sci. 86:1410–1417

Pereira dos Santos A, Kiefer C, Pereira L, Calepso C, 2012. Restrição alimentar para suínos machos castrados e imunocastrados em terminação. Ciência Rural 42 (1): 147-153.

PIGCAS, 2007. European Project: Attitudes, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe.

PIGCAS, 2008. Report on Attitudes, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe. Deliverable D2.4 Report on the practice of castration.

PIGCAS, 2009. Report on Attitudes, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe. Deliverable D4.1. Report on recommendations for research and policy support.

Prunier A, Bonneau M, von Borell EH, Cinotti S, Gunn M, Fredriksen B, Giersing M, Morton DB, Tuyttens FAM, Velarde A, 2006. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. Animal Welfare, 15: 277-289.

Rault J, Lay Jr DC, Marchant-Forde JN, 2011. Castration induced pain in pigs and other livestock. Applied Animal Behaviour Science, 135: 214-225.

Real Decreto 1135/2002, de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos.

Real Decreto 1469/2007, de 2 de noviembre, por el que se aprueba la norma de calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibéricos.

Real Decreto 1221/2009, de 17 de julio, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones de ganado porcino extensivo.

Rubio B, Martínez B, Molinero C, García-Cachán MD, 2007. Consumer attitudes towards dry-cured Iberian ham of protected designation of origin Guijuelo. 6th International Symposium on the Mediterranean Pig: p 407-409.

Sánchez-Esquiliche F, Rodríguez-Estévez V, 2011. Meta-análisis de los resultados productivos de las fases de crecimiento y cebo del cerdo Ibérico. Trabajo de fin de Máster en Zootecnia y Gestión Sostenible. Universidad de Córdoba.

Sanson A, 1878. Traité de Zootechnie. Zoologie et Zootechnie Spéciales. Vol. 5. Ovides ariétins et caprins, et suidés porcins. 1ére edition. Maison Rustique, Paris.

Škrlep M, Segula B, Zajec M, Kastelic M, Košorok S, Fazarinc G, Čandek-Potokar M, 2010. Effect of Immunocastration (Improvac®) in Fattening Pigs I: Growth Performance, Reproductive Organs and Malodorous Compounds. Slov. Vet. Res. 47(2): 57-64

Spring P, Hofer S, Kupper T, 2011. Survey on the acceptance of the vaccination against boar taint. Archiva Zootechnica 14: 2, 5-16.

Temple D, Manteca X, Velarde A, Dalmau A, 2011. Assessment of animal welfare through behavioural parameters in Iberian pigs in intensive and extensive conditions. Applied Animal Behaviour Science 131: 29-39.

Ventanas J, 2006. El jamón Ibérico. De la dehesa al paladar. Edit. Mundi-Prensa Libros S.A. Madrid.

Welfare Quality Project, 2004. http://www.welfarequality.net/everyone

Zamaratskaia G, Rydhmer L, Andersson HK, Chen G, Lowagie S, Andersson K, Lundström K, 2008. Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormon, using ImprovacTM, on hormonal profile and behaviour of male pigs. Animal Reproduction Science 108: 37-48.

Zeng XY, Turkstra JA, Tsigos A, Meloen RH, Liu XY, Chen FQ, Schaaper WMM, Oonk HB, Guo DZ, van de WielIn DFM, 2002. Effects of active immunization against 0. GnRH on serum LH, inhibin A., sexual development and growth rate in Chinese female pigs. Theriogenology 58, Issue 7: 1315-1326.

(Aceptado para publicación el 30 de julio de 2012)

Análisis de la evolución del manejo en las explotaciones de toro de lidia. Desafíos del sector

J.M. Lomillos[1], M.E. Alonso y V. Gaudioso

Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria de León, Universidad de León. Campus de Vegazana s\n 24071 León. España

Resumen

Se analiza la evolución experimentada por la raza de Lidia a lo largo de la historia, influenciada por los cambios en la sociedad, las preferencias del público, los diferentes reglamentos y los avances tecnológicos. El esquema de selección, la organización de la explotación, el manejo reproductivo, alimenticio y sanitario han experimentado una adaptación a la problemática existente, a la legislación vigente y a la situación económica de cada momento. Esta evolución continúa en la actualidad con importantes avances en la alimentación, selección, reproducción asistida, transporte y entrenamiento de los animales. Sin embargo, existen varios problemas que el sector debe superar como son los sanitarios, el síndrome de caída y el peligro de extinción de determinados encastes.

Palabras clave: Ganado extensivo, Lidia, ganadería, vacuno.

Abstract
Analysis of the evolution of management system in figthing bull farms. Sector issues and challenges

It describes the evolution experienced by Lidia breed throughout history, influenced by changes in society, fans preferences, regulations and technological advances. The selection scheme, the farm organization, the reproductive, feeding and healthcare management procedures experienced an adjustment to existing problems with current legislation and the economic situation. This evolution continues today with a high progress in feeding, selection, assisted reproduction, transport and training of animals. Not surprisingly there are several problems that the sector must overcome such as the health problems, the falling syndrome and the danger of extinction of certain encastes.

Key words: Extensive cattle, fighting bull, livestock, bovine.

Introducción

El ganado de Lidia es una raza autóctona española, cuya producción tiene gran trascendencia económica y social en España. En su inmensa mayoría, este tipo de explotaciones mantienen un régimen extensivo puro, conservando buena parte de las tradiciones del manejo de siglos precedentes (Rodríguez, 1996). Sin embargo, en nada se asemejan las ganaderías actuales a las de hace varios siglos. El toro de Lidia es el resultado de la evolución experimentada por el animal primigenio, de acuerdo con la transformación sufrida por la sociedad a lo largo de la historia (Barga, 1995). Cambios en el gusto de los aficionados, en la reglamentación, avances tecnológicos y problemas de diferente índole han afectado al

1. Autor para correspondencia: jmlomp@unileon.es

sector del ganado bravo, lo cual ha hecho que los ganaderos hayan ido modificando el esquema de selección, la organización de la explotación, el manejo reproductivo, alimenticio y sanitario, entre otros, para tratar de adaptarse a las nuevas situaciones (Domecq, 2009).

Actualmente, existen varias limitaciones que afectan a la producción de toro de Lidia. Podemos hablar, en primer lugar, de los referidos a la sanidad, con la aparición de enfermedades emergentes durante la última década como la lengua azul, la fiebre aftosa o la encefalopatía espongiforme bovina, que se han unido a las que ya cuentan con un programa de erradicación en nuestro país (brucelosis y tuberculosis), que precisan de la realización de saneamientos ganaderos oficiales periódicos en las explotaciones (Orden DES/6/2011). En muchas ocasiones, al problema sanitario en sí se une una farragosa legislación que dificulta el tránsito de los animales por las diversas comunidades del territorio nacional y entre países intracomunitarios como España, Francia y Portugal (Real Decreto 186/2011).

Por otro lado, aparecen las nuevas directivas europeas relacionadas con el bienestar animal, que afectan al transporte y al manejo tradicional que, tarde o temprano, serán de obligado cumplimiento a través de la Política Agraria Comunitaria.

Y, por supuesto, problemas socioeconómicos. La crisis económica, que azota nuestro país en los últimos años, está produciendo una disminución importante del número de festejos (el 38 % en tan sólo tres años según datos del Instituto Nacional de Estadística) lo cual, unido a otras limitaciones, compartidas con el resto del sector ganadero, como son la avanzada edad de los titulares de las explotaciones, la falta de mano de obra especializada y el escaso margen de rentabilidad (García *et al*., 2007), pueden desembocar en un abandono progresivo de la explotación del toro de Lidia en favor de otros animales extensivos como el ganado vacuno de carne, la producción de caza o el cerdo ibérico.

Respecto al aprovechamiento productivo, aún hoy asistimos a festejos donde el verdadero rendimiento del ganado de Lidia, su comportamiento en la plaza, se ve mermado por una lacra que, a pesar de los denodados esfuerzos de los investigadores y del sector por solucionarlo, pervive en exceso: el "síndrome de caída".

El objetivo de este trabajo es describir y analizar la evolución del sector del vacuno de Lidia, desde el propio inicio de la ganadería brava hasta nuestros días, contrastando las causas y el efecto de diversos avances tecnológicos y científicos sobre la singular producción de esta raza única.

Alimentación

En lo que respecta a la alimentación, Mora (1979) afirma que el toro de Lidia, en épocas antiguas estaba sometido única y exclusivamente al aprovechamiento de los recursos naturales de las dehesas, grandes fincas de secano con abundantes pastizales, praderas y sotos donde, tradicionalmente, se explotaba esta raza.

Desde inicios del siglo XX, cuando el ganadero comienza a practicar una selección más exhaustiva de la bravura, se empieza, también, a prestar atención al manejo de la alimentación en la explotación, dedicando al ganado de casta los mejores pastos disponibles en las fincas (García, 1958).

Paralelamente aparece, por primera vez en nuestro país, la exigencia de un peso mínimo para poder lidiarse toros en un espectáculo taurino. Fue el reglamento de 1917 el que fijó, en 525 kg, el peso mínimo exigido

a las reses, excepto en los meses de junio, julio, agosto y septiembre en que habrían de pesar 550 kg, imponiendo sanciones al dueño de la ganadería en caso de que mostraran menor peso al reconocerlos después de muertos (Flores, 2009). Años más tarde, en 1930, se publicaba un nuevo reglamento que estableció, por primera vez, la edad mínima de los toros a lidiar en cuatro años y unificó el peso exigido a las reses en todos los meses del año, rebajando los mínimos exigidos y fijándolos en 470, 445 y 420 kg en plazas de primera, segunda y tercera categoría, respectivamente (Ruíz, 2005), prácticamente los pesos que están vigentes en la actualidad.

Los ganaderos de principios del siglo XX no tenían por costumbre aportar suplementos alimenticios a los toros de Lidia, pues entendían que les dotaba de mansedumbre y que, en los primeros años de vida, el pastoreo y la escasez de alimento mejoraban el rendimiento de los animales en la plaza (Fernández, 2005). Sin embargo, el establecimiento de un peso mínimo, a partir del reglamento de 1917, exigía el aporte de concentrados para hacer "presentable" al ganado en años de carestía primaveral de pastos y de forma muy especial al principio de la temporada. Es decir, la alimentación se hace más continua a través del año agrícola, con el fin de que el ganado no sufra brechas o intermitencias en su crecimiento durante las épocas de escasez. De esta forma, el ganado bravo comienza a dar signos de precocidad en el desarrollo del esqueleto, músculos, y cornamenta, permitiendo su lidia más tempranamente que en épocas anteriores (Fernández, 2005).

Esta próspera etapa para la cría del toro de Lidia se vio interrumpida por la Guerra Civil Española (1936-1939). Durante la postguerra, a pesar de la exigencia legal vigente, los toros en muy raras ocasiones sobrepasaban los 400 kg. Tras el paréntesis de la Guerra Civil, las vacadas de lidia proliferan enormemente, para reparar la destrucción del gran número de ganaderías que ocasionó la contienda militar. Por el contrario, las fincas se reducen cada vez más, no solo en virtud del proceso de constante partición de la propiedad, sino porque la agricultura se va intensificando rápidamente (Fernández, 2005).

Durante la década de los sesenta, la preparación alimenticia del toro para la lidia seguía estando muy condicionada por la calidad y cantidad de los pastos, estableciéndose claras diferencias en función de la región geográfica donde se criaban las reses (Gómez, 1980). Las lactancias se acortaron, debido a que los becerros se desarrollaban más con los piensos que con la leche materna, y se observó una mejora cuantitativa y cualitativa en la alimentación de las vacas, que eran cuidadas con más esmero que nunca (Mora, 1979).

A partir de 1969, se obliga a los ganaderos a marcar a fuego a los animales con el último número del año ganadero de su nacimiento (guarismo) en un herradero oficial, bajo la supervisión de un veterinario y de una representación de la Autoridad, en este caso la Guardia Civil (Tuduri, 2009). Con esta medida se cortaba radicalmente la costumbre, tan extendida en los años sesenta, de lidiar novillos en corridas de toros. De este modo, el ganadero ya no podía acelerar la cría de las reses para lidiarlas lo más pronto posible, por lo que debía retener a sus animales en la finca hasta que cumplían los cuatro años de edad reglamentarios.

La estrategia seguida por los criadores cambió radicalmente y, según Sánchez-Belda (1979), a partir de entonces pretenden mantener los animales, dentro de los límites fisiológicos, con el menor gasto posible y con escasa aportación de alimentos complementarios al pasto. Con estas premisas, se impuso la cría bajo regímenes alimentarios insuficientes, sobre todo en las edades intermedias de añojos y erales, que eran compensados en la etapa final del ciclo productivo con el aporte

generoso de raciones para lograr el peso reglamentario. Todo cuanto se ahorró anteriormente era gastado, incluso más, en dichos momentos, con el agravante de que los aportes suplementarios llegaban tarde para mejorar el desarrollo corporal y no servían más que para almacenar grasa, motivando un estado manifiesto de "engrasamiento" de la mayoría de los toros.

De esta forma, al llegar a utreros se separaban los componentes de la manada en diversos grupos, introducidos en cercados más pequeños, suministrándoles, en los clásicos morriles, raciones de piensos concentrados más o menos equilibrados, procurando que el número de comederos fuera siempre superior al de ejemplares introducidos en el cercado. La alimentación del toro "de saca" consistía en el aporte de materias primas de calidad, que daban mejores características de resistencia y fuerza a los animales. En la elaboración de tales concentrados se comenzó a emplear distintos cereales (cebada, avena, maíz, trigo, etc.), leguminosas (habas, yeros, algarrobas, etc.), proteaginosas (soja) y correctores vitamínico-minerales (Mora, 1979).

Los cambios acaecidos en las últimas décadas provocaron que el toro de finales del siglo XX fuera, probablemente, uno de los toros más grandes que haya habido nunca (Fernández, 2005; Ruíz, 2005).

El sistema de alimentación descrito para la década de los 80 continúa parcialmente vigente en la actualidad. Cada ganadero tiene un método propio para alimentar sus toros. Generalmente, comienzan a dar pienso a los utreros, durante el invierno, calculando que para la fecha en que se van a lidiar alcancen el peso exigido. A finales de los 90 se comenzó a utilizar el sistema de alimentación a través de carros mezcladores, fundamentalmente en ganaderías del sur de la península, extendiéndose posteriormente dicha práctica por Madrid y Salamanca.

Diferentes autores consultados (Carmona, 1994; Arriola, 1998; Carbonell y Gómez, 2001; Vaz, 2002; Purroy *et al*., 2003; Fernández, 2005; Jimeno *et al*., 2004; Bartolomé, 2009) coinciden en señalar dos grandes puntos conflictivos en la alimentación actual del ganado de Lidia:

En primer lugar, durante una gran parte de su vida, los animales están sometidos a un proceso de subalimentación, donde los pastos de las fincas continúan siendo el principal, y en muchos casos único, elemento de la alimentación del ganado. Esta fase de carestía nutricional da como resultado un inadecuado desarrollo del tejido óseo, en especial durante la fase inicial del crecimiento de los toros, ya que es cuando se va a desarrollar la estructura ósea que permitirá soportar un desarrollo muscular final equilibrado.

Y, en segundo lugar, durante la fase final del crecimiento y ante las necesidades de vender y exhibir peso y trapío, los utreros suelen someterse a una sobrealimentación, durante un periodo variable de tiempo (8-12 meses), la cual genera una sobrecarga en la estructura ósea, además de un estado de obesidad, con la consiguiente influencia sobre la movilidad y fuerza del animal en la plaza.

El crecimiento en el tiempo de los toros no es homogéneo. Las ganancias medias diarias de estos animales descienden de 400 a 180 g/día en los 2-3 primeros años de vida, para luego recuperar dichos incrementos de peso hasta los 4-4,5 años, consiguiéndose, en la parte final, incrementos medios de 500 g/día (Jimeno *et al*., 2005). Sin embargo, la suplementación intensiva en la época previa a la lidia, en la que un toro suele consumir más de 8 kilogramos de pienso diarios (Arriola, 1998), puede contribuir de forma eficiente a dar el trapío deseable al animal, pero no permite compensar los defectos de crecimiento arrastrados desde edades juveniles (Rodríguez, 1993).

La necesidad de lograr un perfecto acabado del toro de Lidia, en un periodo relativamen-

te corto de tiempo, hace que los ganaderos deban utilizar cantidades muy elevadas de concentrados en la dieta, en detrimento de los forrajes. Estos cambios producidos en los sistemas de alimentación puede llevar a los animales a manifestar determinadas patologías nutricionales, ocasionadas por excesos alimenticios, muy conocidas ya en el sector del vacuno lechero, pero inexploradas hasta ese momento en el ganado bravo; e incluso ocasionar algunos efectos secundarios en forma de caídas durante la lidia (Vaz, 2002; Jimeno *et al*., 2004). De todas ellas, la acidosis ruminal es, sin duda alguna, el problema más frecuente (Gráfico 1), más importante y, con toda seguridad, el que mayores consecuencias tiene debido a la variedad de patologías a las que predispone, o directamente causa, y el que más pérdidas ocasiona en las explotaciones de bravo (Compan y Arriola, 1998, Bartolomé, 2009).

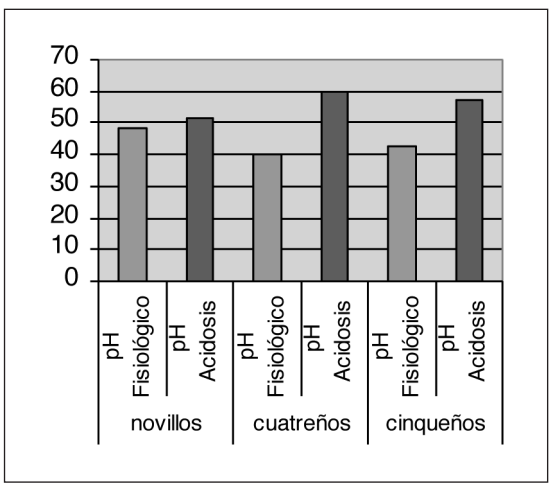


Gráfico 1. Porcentaje de toros y novillos con algún tipo de acidosis ruminal (crónica, subaguda y aguda) en función del valor de pH obtenido (Bartolomé, 2009).
Graphic 1. Percentage of bulls with some kind of ruminal acidosis (chronic, subacute and acute) as a function of pH obtained (Bartolomé, 2009).

La alimentación ha sido también señalada por diversos autores como posible concausa de la caída del toro en el ruedo, ya sea por un exceso en la misma (Gómez, 2001; Purroy *et al*., 2003, Bartolomé, 2009) o por la carencia de determinados minerales y vitaminas (Jordano, 1984; Purroy y Buitrago, 1985; García-Belenguer *et al*., 1992).

En la actualidad, muchas ganaderías incorporan remolques mezcladores "unifeed" para intentar paliar los efectos negativos que, sobre los animales, suele tener la ingesta de cantidades excesivas de concentrados suministrados en comederos tradicionales o de tipo tolva. Sin embargo, apenas existen estudios en ganado de Lidia, en particular, y vacuno extensivo, en general, sobre el efecto que dicho método de alimentación tiene en el padecimiento de diversas patologías de origen alimentario (Bartolomé *et al.*, 2011).

Selección

En cuanto a los orígenes de la selección realizada en el ganado bravo, existen documentos que demuestran la celebración de numerosos festejos taurinos durante los siglos XV, XVI y XVII, donde los toros provenían de grandes vacadas, generalmente comunales, cuya aptitud genérica era producir trabajo y carne. De ellas se escogían aquellos individuos que mostraban signos de indocilidad y mayores dificultades durante el manejo. De esta elección estaban encargados los carniceros, en quienes delegaban las juntas vecinales de festejos, como expertos prácticos en el conocimiento de esta clase de reses, seleccionando las que habrían de ser objeto de un potencial espectáculo. Estos profesionales separaban los individuos más apropiados, con mejor estampa y condición para el juego que de ellos se esperaba en la plaza (Barga, 1995). La natural acometividad del toro se ponía de manifiesto tanto en las faenas cam-

pestres como en las operaciones de conducción a las plazas y mataderos.

Las exigencias de los caballeros que toreaban "a caballo" en los primeros festejos y, más tarde, las de los que lo hacían a pie, determinaron que los ganaderos realizaran una selección hacia un tipo de animal determinado, cada vez más especializado. Aparece pues, en la historia de la zootecnia, un bovino cuya finalidad productiva y su explotación está fundamentada en su aptitud de respuesta etológica (Cruz, 1991).

Tradicionalmente, se realizan tres tipos de selección: genealógica, morfológica y funcional (Gaudioso y Riol, 1996). En relación a la primera, el ganadero conoce y registra sistemáticamente, en los libros propios, las líneas o familias que conforman la base del patrimonio genético de su ganadería, así como los resultados de la descendencia de cada generación. Este archivo le sirve para elegir a los futuros reproductores. Además, cada explotación tiene definidas sus preferencias morfológicas, dependiendo del encaste al que pertenezca o los gustos del propietario. Los niveles de exigencia marcados para la selección de los machos suelen ser superiores a los que se plantean para las hembras. Los criterios se centran, fundamentalmente, en aspectos relacionados con las encornaduras, conformación del cuello y morrillo, alzada, etc, (Cabrera, 2012). Y por último, la selección funcional consiste en medir el carácter bravura de cada animal, aunque cada ganadero entiende de una forma muy subjetiva el significado de este término, para evaluarla se realizan una serie de pruebas tanto a hembras como a machos (Gaudioso y Riol, 1996).

La selección de los animales reproductores mediante la práctica de manejo denominada "tienta", tal como hoy la conocemos, se generaliza a partir del siglo XIX en la mayoría de las ganaderías (Domecq, 1998). En sus inicios no era más que una prueba de la acometividad y no comenzó a realizarse hasta finales del siglo XVIII. En aquel momento, solo se tentaban los machos con el fin de saber si eran capaces de arrancarse y así considerarlos aptos para la lidia. Esta práctica se realizaba en Andalucía a campo abierto, fundamentalmente con la práctica denominada "acoso y derribo", que servía para estimular al toro haciéndole correr y derribarlo mediante caballos y garrochas al objeto de provocar que este arremetiera contra el garrochista y así medir su nivel de acometividad. Por el contrario, en el resto de España la tienta se desarrollaba, de manera preferente, en un recinto cerrado donde se intentaba provocar y medir las embestidas de los animales (Romero, 2009).

En el caso de las hembras, se evalúan animales de uno, dos o tres años (becerras, eralas o utreras). En la actualidad, la prueba se práctica en la plaza de tientas, bajo la dirección del ganadero y con la participación de toreros profesionales, tratando de descubrir el rendimiento funcional de cada animal. Se valora el comportamiento de cada individuo en cada fase de la tienta: ante el caballo y con la muleta. Existen una serie de parámetros (prontitud de respuesta, embestida, fijeza, movilidad, nobleza, fiereza, agresividad, repetición…) que son evaluados por el criador, para adjudicar una nota final a cada ejemplar y, posteriormente, quedarse con las mejores hembras como reproductoras (García, 2008).

En la tienta de machos se escogen animales de dos a cuatro años de edad, seleccionando, inicialmente, los ejemplares que han obtenido mejores resultados en las pruebas genealógica y morfológica. En la plaza de tientas se prueban con el caballo, si el animal no responde adecuadamente, la prueba se interrumpe, es retirado e irá destinado a la lidia normal. Los ejemplares que hayan superado satisfactoriamente esta prueba frente al caballo (recibiendo de 5 a 10 puyazos, dependiendo de las exigencias de cada ganadero) deberán ser toreados con la muleta. Aquellos

animales seleccionados inicialmente, tras probar el comportamiento de su descendencia, pasarán a formar parte de la ganadería como semental o bien serán desechados, perdiendo su valor para la lidia posterior ya que han desarrollado sentido al conocer el engaño de la muleta y el capote usados durante la tienta (Gaudioso y Riol, 1996).

Existe otra forma circunstancial y esporádica de selección de sementales, realizada por los aficionados y no por el ganadero, es el caso del indulto. Se produce en el contexto de una corrida o novillada donde influyen muchos factores que podrían alterar los verdaderos criterios por los que se debe seleccionar un toro. Por ello, es el criador quien decidirá, posteriormente, si procede utilizar el animal como reproductor o no.

Actualmente, es posible y cada vez más importante otro tipo de selección, la genética, que las asociaciones de ganaderos empiezan a introducir (García, 2011). Consiste en identificar a los individuos portadores de los genes más beneficiosos para los caracteres de interés y utilizarlos como reproductores para que los transmitan a sus descendientes. La forma de evaluar si el fenotipo de un animal es o no un buen reflejo de los genes de que es portador (valor o mérito genético) se fundamenta en calcular la heredabilidad de ese carácter (González *et al*., 1994).

Según Cañón *et al*. (2008), muchos de los caracteres de comportamiento manifestados por el toro de Lidia, tales como movilidad, repetición, nobleza, recorrido, ritmo, fiereza o querencia, a pesar de su complejidad y de proceder de valoraciones subjetivas, si son puntuados con el suficiente rigor, pueden manifestar heredabilidades elevadas (> 0,35) que los hacen susceptibles de ser seleccionados en un sentido u otro, a elección del propietario de la explotación.

Una selección muy precisa de los mejores individuos conlleva el mantenimiento de una población con alta consanguinidad, por ello, controlarla es una actividad siempre necesaria en una ganadería de Lidia, conservando la variabilidad genética necesaria dentro de la misma. En general, en las explotaciones de ganado bravo, el nivel de consanguinidad no parece ser muy elevado: 0,12, 0,13 (Rodero *et al*., 1985). Aun así, es posible encontrar toros con un coeficiente de consanguinidad de 0,25 (Alfonso, 1999). No obstante, se deben seguir pautas de apareamiento regladas, evitando los cruzamientos de animales con ascendientes comunes, estableciendo un programa de conservación a corto o medio plazo. Sin embargo, hay que ser conscientes de las dificultades que conlleva la conservación de algunas líneas, ganaderías o encastes minoritarios (Alfonso, 1999), pues cuanto más pequeña es una población y mayor es el desequilibrio entre sexos más difícil es conservar sus características genéticas, complicándose la tarea de evitar el apareamiento entre animales emparentados.

Por último, la incorporación de los métodos informáticos al control de los datos productivos de los animales posibilita la organización de los mismos, para la mejor valoración de cada potencial reproductor. Con la información reducida a esquemas informativos se puede contrastar inmediatamente los resultados, lo que permite conocer, mediante el correspondiente análisis de la descendencia, el poder raceador del padre o de la madre (González *et al*., 1994).

Desde hace unos años existen algunos programas informáticos de valoración y registro del comportamiento del toro mediante los que es posible evaluar la respuesta del animal durante la lidia, para lo cual, al finalizar cada una de las partes del espectáculo (tercio de capa, tercio de banderillas y tercio de muleta) se presentan en pantalla las variables que deben ser ponderadas. A partir de la valoración o calificación de determinados patrones etológicos, actos y posturas, con ma-

yor poder discriminante y evidenciados por el animal durante el festejo, pueden clasificarse y ordenarse los diferentes individuos analizados. El significado de cada una de las variables, así como la metodología básica de valoración fueron descritos por Sánchez *et al*. (1990a). Al término de la lidia, el programa muestra en pantalla el grupo o categoría, de 1 a 10, a la que se adscribe el ejemplar que está siendo lidiado.

Esta metodología podría aplicarse durante el proceso de selección de reproductores, contribuyendo a la racionalización del mismo, lo que permitiría una mayor eficacia de los programas de selección, incrementando la velocidad de progreso genético de la raza (Sánchez *et al*., 1990b).

Por su parte Almenara-Barrios y García (2011) han elaborado una escala para la valoración del comportamiento del toro de Lidia, basándose en interpretaciones objetivas de patrones complejos, útil para el estudio de heredabilidades, posibilitando una selección ganadera más objetiva y sistemática.

Reproducción

La vaca de lidia inicia su periodo de cubrición a finales del invierno (Febrero-Marzo) en zonas de Andalucía, donde las condiciones climatológicas son suaves, retrasándose hasta la primavera (Abril-Mayo) en las áreas de clima más frío, como Salamanca y Madrid. Las parideras serán precoces (Diciembre-Abril) en Andalucía y tardías en Salamanca y Madrid (Febrero-Junio) (Gaudioso y Riol, 1996). Las hembras suelen alcanzar la pubertad hacia los 12 meses, aunque no son cubiertas hasta haber pasado la tienta o cuando su masa corporal supera los 2/3 de su peso vivo adulto (Purroy, 2003). Esto sucede en torno a los 2 años de edad y la duración de la vida útil de la vaca suele alcanzar los 8-10 años. El intervalo parto-cubrición ronda los 2-4 meses (Gaudioso y Riol, 1996). En el caso de los machos, muestran indicios de actividad sexual a partir de los 6 meses y alcanzan la pubertad a los 10-12 meses, por ello son separados de las hembras antes de cumplir el año de edad (Purroy, 2003). A los 2 o 3 años los sementales elegidos después de la tienta son probados hasta constatar la calidad de su descendencia, concretamente de sus hijas a los 2 años, y pueden llegar hasta los 15 años aportando su caudal genético en monta natural a la ganadería (Gaudioso y Riol, 1996).

Actualmente, en la mayor parte de las explotaciones se siguen las mismas pautas reproductivas que se han practicado de forma tradicional: la monta es natural, asignando a cada semental un lote de 30-40 vacas con las que permanece varios meses. La única diferencia reseñable con relación al pasado es que la fertilidad ahora es más elevada debido, fundamentalmente, a que las madres se encuentran en mejor estado de carnes, con lo que son capaces de afrontar cada año una nueva gestación con su correspondiente lactación (Purroy, 2008).

Hace tres o cuatro décadas se puso a punto la técnica de recogida y conservación del semen de toros de Lidia para su utilización en inseminación artificial. Posteriormente, se consiguieron realizar transferencias de embriones de vacas de lidia con alto valor genético a hembras de aptitud lechera. En la actualidad, incluso se han realizado las primeras clonaciones de sementales para conservar su excelente calidad genética. Estas técnicas reproductivas, que ya se realizan en el campo de la Producción Animal para la mejora de caracteres de interés productivo en vacuno de aptitud lechera o cárnica, pueden ser herramientas válidas de futuro para avanzar más rápidamente en el progreso genético del comportamiento del ganado de Lidia (Lira y Quevedo, 2005).

Las ventajas son inmensas, pues la dilución del esperma y su posterior conservación a medio y

largo plazo, empleando la congelación, alarga su vida útil durante decenas de años, permitiendo la inseminación de hembras cuando los resultados obtenidos en las crías procedentes de un semental son bien conocidos. Incluso, después de la lidia es posible tomar semen post-mortem procedente del epidídimo testicular en ejemplares de comportamiento excepcional (Quevedo, 2008). De esta forma, cada ganadero empieza a tener su propio banco espermático procedente de sus sementales. A su vez, esto va a permitir el intercambio de semen entre criadores, para refrescar la sangre de sus ganaderías, siendo fácil su transporte hasta vacadas del continente americano. Entre las ventajas de esta técnica están el permitir el apareamiento de animales de distinta alzada al suprimirse el acto del coito, no ser necesario trasladar el semental, evitar riesgos de contagios de potenciales patologías, permitir la recogida de semen en situaciones extremas y, sobre todo, posibilitar la actuación del carácter mejorante de un individuo contrastado sobre un gran número de hembras (Barga, 1995).

Los mayores problemas se encuentran en las dificultades de manejo de los animales debido al carácter indócil propio de esta raza. La inseminación implica prácticas añadidas de gran riesgo que condicionan seriamente, desde el punto de vista técnico y económico, su generalización en el bravo (Lira y Quevedo, 2005).

La introducción de otras técnicas reproductivas como el diagnóstico precoz de gestación, permite descubrir y tratar patologías úteroováricas, ayudando a detectar las vacas no gestantes que son resincronizadas o destinadas a monta natural. El control de la reproducción no implica necesariamente el tratamiento hormonal de todos los animales, ni su posterior inseminación, es posible optar por modelos mixtos en los que se utilice la monta natural y la inseminación artificial de forma complementaria (Blanco, 2008).

Una vez puesta a punto la técnica de la inseminación el siguiente paso fue adaptar, a este tipo de ganado, un programa de transferencia embrionaria. En la actualidad, se utiliza para conservar el valioso material genético de ganaderías pequeñas y aumentar la eficacia reproductiva de algunas hembras. En los últimos años, esta técnica ha contribuido a la formación de bancos de germoplasma como reserva genética en casos de explotaciones con problemas sanitarios o encastes en peligro de extinción (Gómez, 2008).

Mediante la transferencia de embriones se favorece el progreso genético por vía materna, sin embargo, en ganado de Lidia es difícil catalogar a una vaca como excelente, no tanto por su comportamiento en la tienta sino por la lentitud de la evalución de su capacidad para transferir sus caracteres a la descendencia (siempre limitada por la producción de un becerro al año, como máximo), así como la complejidad para valorar con exactitud y rapidez la respuesta etológica de sus productos: hembras en la tienta, machos en la lidia (Cañón, 2008).

A su vez, podría ser muy aconsejable la utilización de semen sexado para la obtención de un mayor número de machos que de hembras, dado el superior valor económico de aquellos frente a estas. No obstante, su utilización, podría poner en riesgo el proceso de selección y cría de la ganadería por no disponer de suficiente número de hembras y no aplicar una correcta presión de selección.

Respecto a la clonación, existen muchos interrogantes acerca de su eficacia en ganado de Lidia. No se sabe, por ejemplo, si un animal clonado podrá desarrollarse con normalidad y relacionarse con sus congéneres en un ambiente jerarquizado y de gran rivalidad. Un individuo clonado puede tener un mal desarrollo del sistema inmune o cardiovascular y tampoco se sabe si la lívido y fertilidad de un futuro semental clonado serán normales. Por

el momento, es sabido que envejece antes y tiene una vida productiva más corta (Seva, 2011). Un toro clonado también deberá ser tentado y, en el supuesto de que resulte de calidad, habrá que probar su descendencia para ver si es capaz de transmitir sus caracteres.

La clonación de un semental, con el objetivo de colectar semen, puede tener importancia en el caso de ganaderías con pocos machos reproductores o si se trata de un individuo de alto potencial genético y avanzada edad (Serrano, 2009).

De cualquier forma, un clon podría no tener las mismas características etológicas que el animal del cual procede, ya que el comportamiento es la consecuencia de su bagaje genético, del medio en el cual se desenvuelve (Purroy, 2008) y de su ontogénesis o desarrollo secuencial.

Transporte

Hasta mediados del siglo XIX los animales se trasladaban a pié, mediante el concurso de caballos, desde la explotación de origen hasta su destino (Fernández, 2005).

Esta forma de movilidad finaliza hacia 1860 con el desarrollo en nuestro país de la red ferroviaria (Comín *et al*., 1998). En aquellos años, comienza el transporte de las corridas de toros en cajones individuales de gran tamaño y puertas de bisagra, sustituidas posteriormente por trampas correderas, más seguras y fáciles de manejar (López, 2006).

A partir de 1940, todos los animales viajan en camiones a través de la incipiente red de carreteras que se van construyendo. Los "encerraderos" creados en las proximidades de las estaciones de trenes desaparecen, generalizándose la construcción de embarcaderos en las mismas fincas ganaderas, con una rampa que termina en el camión provisto de jaulas individuales (Fernández, 2005).

El transporte actual de los animales se realiza en grandes camiones, con estrechos cajones individuales en los que el animal apenas se puede girar ni tumbar, impidiendo movimientos bruscos y daños en extremidades y pitones. Estudios que analizan los niveles de cortisol en sangre periférica (Gráfico 2) y otras hormonas de reses bravas, sometidas a diferentes faenas de manejo, entre ellas el transporte, reflejan que las situaciones en las que los animales pueden desarrollar una conducta de defensa y/o ataque, de lucha, como la lidia o la tienta, son las que provocan una reacción de estrés de menor intensidad, mientras que el transporte es una de las situaciones más estresantes a la que se someten los animales de Lidia (Castro *et al*., 1994, Sánchez *et al*., 1996; Illera *et al*., 2007).

Generalmente, el embarque se realiza de madrugada o al atardecer para evitar las horas de calor. Durante el viaje no se suministra agua ni alimento alguno. El transporte origina una evidente pérdida de peso que es tanto más elevada cuanto más complicadas son las características del desplazamiento, duración del viaje y época del año. Además, el estrés acumulado por los animales durante el transporte puede tener una influencia importante en su rendimiento etológico posterior, durante la lidia (Caballero de la Calle, 2008). Si el viaje es largo el toro puede llegar a perder 50 kg, con la posibilidad de salir del estrecho cubículo entumecido, dolorido y/o mareado (Purroy, 1998).

Carceller (1997) propone un entrenamiento físico específico para superar el estrés acumulado por las reses durante las faenas previas al festejo. Por otra parte, algunos autores sostienen que los toros que disfrutan de un periodo de reposo tras el desplazamiento a la plaza, se caen menos durante la lidia (Durán *et al*., 2001).

Sería interesante promover estudios que analicen el diseño de cajones de transporte alternativos para mejorar las condiciones de

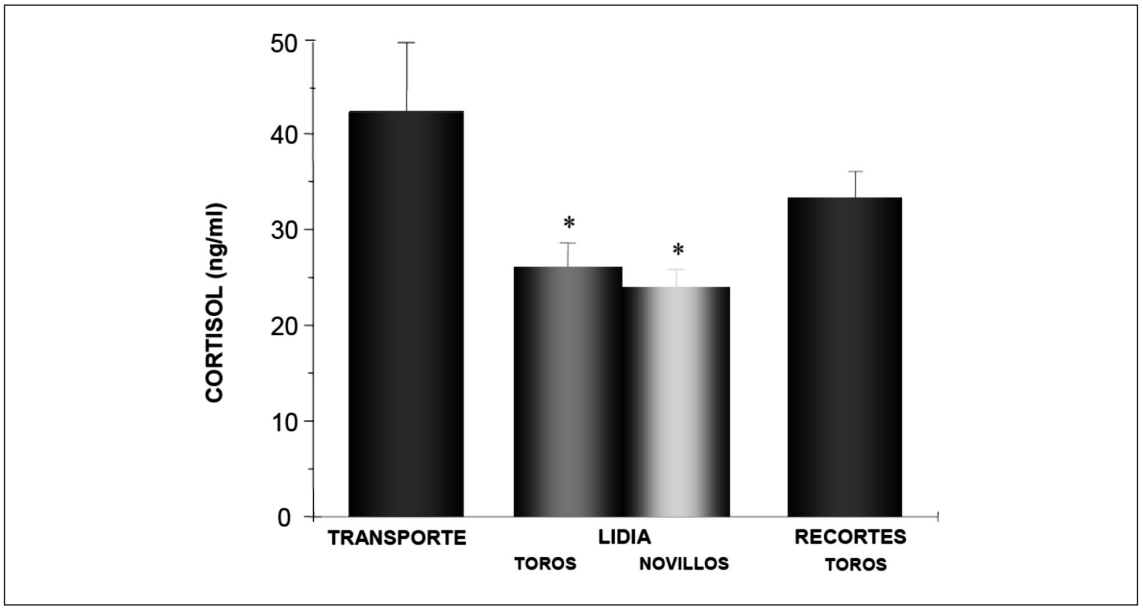


Gráfico 2. Concentración de Cortisol en plasma en animales sometidos a un transporte, a la lidia y a un espectáculo de recortadores. * = diferencias significativas vs. Transporte (p < 0,05). (Illera *et al*., 2007).
*Graphic 2. Concentration of cortisol in plasma from animals subjected to a transport, to fighting and to rejones show. * = Significant differences vs. Transport (p < 0.05). (Illera* et al., *2007).*

bienestar de los animales en los trayectos largos. Suministrarles agua y aumentar su espacio o evitar una disposición transversal sino en el sentido de la marcha, o al contrario, como se hace en el trasporte de los caballos, disminuyendo la percepción del animal en las curvas y los frenazos. Por otro lado, el toro con frecuencia cornea y cocea el cajón lastimándose, hecho que se podría evitar con el uso de un recubrimiento interior almohadillado (Domecq, 1998).

Entrenamiento

El toro es por naturaleza un animal sedentario. En el último año de vida es trasladado a pequeños cercados donde se limita sus posibilidades de ejercitarse de modo natural y se incrementa su alimentación. Aunque el ganado bovino no se considera una especie atlética, el toro bravo se somete en la plaza a un ejercicio tremendo, de una duración aproximada de 20 minutos, manteniendo un esfuerzo físico y metabólico de gran intensidad al que no está acostumbrado (Castro *et al*., 1994). Estas circunstancias hacen que el toro evidencie en la lidia una falta de fondo físico, el llamado por algunos autores "síndrome de intolerancia al ejercicio" (Agüera *et al*., 2001), también denominado "síndrome de caída" (Alonso *et al*., 1995; Bartolomé, 2009).

Esta debilidad muscular, manifestada en las caídas, se proyecta en diversas lesiones musculares agudas asociadas a un ejercicio físico intenso y en lesiones musculares crónicas que pueden resultar de carencias nutritivas de selenio y vitamina E (García-Belenguer *et al*., 1992).

Por su parte, Aceña *et al*. (1995), demuestran la existencia en el animal de una reducción de las reservas de glucógeno y concentraciones muy elevadas de ácido láctico en los músculos al final de la lidia, resultados que indican la existencia de una fatiga muscular debida a un ejercicio físico en una situación de anaerobiosis.

De igual modo, se ha observado una elevada correlación entre los principales parámetros indicativos de acidosis metabólica (HCO3-, lactato y pH sanguíneo) y de acidosis respiratoria (PCO2) con el síndrome de caída (Escalera *et al*., 2011).

Por todo ello, se hace imprescindible someter a los animales a una preparación física de adaptación a la lidia. De hecho, en los últimos años, se ha incrementado el número de ganaderos que pretenden conseguir una condición física adecuada en sus animales, mediante un programa empírico de entrenamiento a lo largo de un corredero o bien haciéndoles moverse en el mismo cercado en el que se encuentran normalmente.

Existen pocos estudios sobre el efecto del entrenamiento en la fisiología del toro (Agüera *et al*., 1998), (2001); Picard *et al*., (2006), no obstante podemos afirmar que el entrenamiento aumenta potencialmente el rendimiento deportivo, como se deduce de las adaptaciones metabólicas musculares y sanguíneas (Agüera, 2008, Escribano *et al*., 2010).

Se ha observado que el entrenamiento favorece la ruta metabólica B-oxidativa de los ácidos grasos (metabolismo oxidativo) predominando sobre la vía glucolítica, siendo necesario un protocolo de al menos seis meses para aumentar su capacidad antioxidante (Requena *et al*., 2009, Escribano *et al*., 2010). Además este entrenamiento incrementaría la masa muscular del animal favoreciendo el rendimiento físico (Rivero *et al*., 1993).

Para entrenar, y que el resultado sea efectivo, se debe cuidar mucho la alimentación ya que, en la fase de acabado de los toros, se pretende aumentar el peso corporal del animal y el entrenamiento servirá para aumentar su musculatura y adaptar el sistema cardiovascular a un ejercicio aeróbico. Con este manejo se persigue que el toro resista mejor la lidia, a la vez que se aumenta su movilidad al conseguir una mayor capacidad pulmonar y, por lo tanto, una mayor posibilidad de recuperación, tras los esfuerzos realizados en los primeros momentos de la faena.

Con el entrenamiento se potencia su capacidad física, estimulando el nivel de trabajo del organismo por encima de lo habitual. El animal presenta una gran capacidad de adaptación y aunque al principio muestra signos de fatiga después del ejercicio, y pérdida de peso, a esto le sigue una fase de recuperación/adaptación y mantenimiento del peso corporal.

Un programa de entrenamiento básico constaría de 3 sesiones por semana, dentro de un periodo total de 5-6 meses, dependiendo de la fecha prevista para la lidia. Un grupo de animales, con un número variable de toros, en torno a 12, recorren una distancia de aproximadamente 3 km, acompañados de caballistas. Se suele comenzar con una sesión semanal, incrementando el ritmo hasta alcanzar las 3 sesiones/semana en el segundo mes. La intensidad es progresiva, cada sesión se inicia con los primeros minutos al paso, para calentar a los animales, aumentando el ritmo hasta ponerlos al trote o ligero galope, para volver al paso en un enfriamiento progresivo. La orografía del terreno suele ser llana, pero hay ganaderos que prefieren ejercitar a las reses en terrenos con pendientes para aumentar la intensidad de la sesión. Este entrenamiento se interrumpe aproximadamente unos 15 días antes de la corrida (Requena, 2012).

Cada criador viene realizando un protocolo de entrenamiento particular, adaptado a su disponibilidad de tiempo y de vaqueros, al

número de animales que pretende preparar y a la fecha de lidia de los mismos. Generalmente, se suele realizar una preparación más intensa con los toros cuyo destino son plazas de primera o segunda categoría. A su vez, las características orográficas de la finca, su distribución de cercados y su extensión, van a influir de manera importante en el ejercicio programado.

La especulación personal, la variabilidad de los resultados conseguidos y un largo etc. justifican la necesidad de que el entrenamiento sea sometido a nuevos y variados estudios que permitan diseñar protocolos de trabajo que se adapten a las exigencias fisiológicas de cada tipo de toro durante la lidia.

Enfundado

Una de las partes corporales más valoradas y delicadas del toro es su cornamenta. Ésta sufre un riesgo de deterioro, fundamentalmente en el último año de vida, a consecuencia de potenciales peleas, roces, contactos o golpes con el suelo, con árboles, el vallado, comederos o las paredes de las mangas o corrales de manejo (Aparicio *et al*., 2000).

Por ello, en la década de los 60 se popularizó, entre las ganaderías andaluzas, el uso de planchas finas de plomo para el recubrimiento o protección de los cuernos. Estas fundas consistían en láminas muy finas que se moldeaban alrededor del pitón. El método ofrecía gran protección frente al rascado contra el suelo o las encinas, pero el metal lesionaba las puntas de los pitones cuando los toros peleaban. Posteriormente, en la década de los 80, se cambió el plomo por aluminio y las láminas por un recubrimiento que se adhería al cuerno con pegamento. Estas variaciones no producían lesiones pero el artilugio se desprendía fácilmente. En los años 90 se opta por sustituir el aluminio por PVC, mucho más ligero y manejable, pero este material causaba maceraciones y, en algunos casos, putrefacciones en el tejido córneo (Gómez, 2011).

Actualmente se usa un vendaje de fibra de vidrio, fácil de manejar, poroso y que se endurece rápidamente por polimerización con el agua, proporcionando buena consistencia (Figura 3). La técnica consiste en inmovilizar al animal en el mueco y envolver el cuerno con este vendaje para protegerlo de cualquier agresión o roce. La parte distal del cuerno, es decir el pitón, se refuerza en muchos casos con un material más duro, tubos metálicos o similares, con el fin de disminuir el desgaste de la zona apical (Pizarro *et al*., 2008a y b).



Figura 3. Macho de Lidia enfundado.
Figure 3. Lidia bull with protected horns.

La encornadura queda aumentada de grosor por la funda y el pitón romo, lo cual disminuye el efecto de las cornadas entre animales en un 90% y, además, mejora su manejo para vacunaciones, desparasitaciones y otros tratamientos, puesto que se reducen los riesgos de deterioro de las defensas al pasar los animales por las mangas de manejo (Lira, 2008).

A pesar de las evidentes ventajas del enfundado mencionadas anteriormente, muchos interrogantes sobre la influencia de esta práctica de manejo sobre la estructura y anatomía cornal y el rendimiento etológico del animal en la plaza deben ser despejados antes de poder considerarla plenamente útil.

Desafíos del sector

En este epígrafe revisaremos, brevemente, algunos de los problemas que, a nuestro juicio, deben ser superados, a medio o corto plazo, para garantizar la pervivencia de este sector ganadero.

Síndrome de caída

El síndrome de debilidad muscular, que cursa con incoordinación motora y pérdida transitoria de la estación y del equilibrio, englobado todo ello bajo el término común de "caída", ha venido preocupando a distintos autores y estudiosos taurinos desde hace casi un siglo (Alonso *et al*., 1995). La frecuencia con que dicho problema se presenta en los ruedos no llega a ser preocupante hasta principios del siglo pasado, siendo a partir de 1930 cuando la manifestación del problema se generaliza y las caídas son más frecuentes y alarmantes (Jordano y Gómez, 1954), alcanzando porcentajes de incidencia en las décadas más críticas incluso del 99% (Gaudioso y Alonso, 1994) o del 98% (Bartolomé, 2009) de los animales muestreados. Afecta tanto a machos como a hembras y a ejemplares de todas las edades: toros, novillos, erales, becerros, y vacas. (Castejón, 1985; Domecq, 1998). Se observa en individuos de distintas ganaderías, independientemente de su peso, de la categoría de la plaza donde se lidian y de la distancia de ésta hasta la dehesa de origen (Jordano y Gómez, 1954) y, además, dentro de una misma ganadería la respuesta puede ser muy diversa.

A pesar de los recientes trabajos de investigación realizados al respecto, la caída del toro bravo es un tema en el que no se percibe aún el consenso. Las teorías que han visto la luz con el fin de explicar la etiología del síndrome han sido muy numerosas y variadas, sin que hasta la fecha ninguna de ellas haya aportado conclusiones definitivas. Las más simples atribuyen el problema a razones físicas, como traumatismos del transporte y fraudes intencionados mientras que otras, más complejas, consideran que el origen del síndrome es genético, por la herencia de un gen determinante de la caída (Montaner, 1991). No obstante, dada la aparición del problema en ganaderías de encastes cuya distancia genética original es muy amplia, resulta lógico suponer que la aparición de dicho síndrome tiene que verse influida por la acción del entorno, dentro del cual jugarían un papel muy importante la alimentación y el manejo, además de otros factores, como el estado sanitario de la propia ganadería.

Hoy en día, a la vista de los diferentes estudios realizados, cabe pensar que la caída es un problema multicausal, donde podemos observar unas causas predisponentes, como la dotación genética, las características del transporte, las exigencias físicas de la lidia, el efecto de la puya y las banderillas, la falta de gimnasia funcional, deficiencias alimenticias, etc. y otras más determinantes, como el posible dopado o causas patológicas, circulatorias, nerviosas, metabólicas, endocrinas, genéticas o etológicas (Alonso *et al*., 1995).

Problemas sanitarios

Con el aumento del valor económico de los ejemplares de la raza de Lidia son cada vez más los ganaderos que instauran un programa sanitario en su ganadería como sistema de control frente a enfermedades infecciosas o parasitarias, aumentando los índices de fertilidad y preñez y disminuyendo las tasas de mortalidad en becerros recién nacidos.

Los problemas relacionados con enfermedades infectocontagiosas representan para el ganado bovino extensivo, y dentro de este el de Lidia, la principal fuente de pérdidas económicas. Destacan los agentes patógenos que tienen tropismo por el sistema reproductivo, respiratorio o digestivo. Por tanto, las alteraciones reproductivas y respiratorias y las diarreas neonatales son los principales problemas que encontramos en el ganado bravo (San Miguel, 2008).

Por su parte, las explotaciones de Lidia están sometidas a campañas oficiales de erradicación de brucelosis y tuberculosis. La Administración aplica duros controles y la normativa legal al respecto hace, en determinados casos, imposible el movimiento de animales desde las ganaderías infectadas, incluida la venta de los mismos para su lidia y muerte en la plaza (Perea, 2005).

Es imprescindible tener en cuenta los factores peculiares de este ganado. Uno de ellos es el alto nivel de consanguinidad dentro de algunas ganaderías con un número de efectivos muy reducido, que juega en contra de la resistencia a las enfermedades. También hay que considerar la complejidad de manejo de estos animales, que cohabitan en régimen extensivo con especies de distintas categorías sanitarias (cinegéticas y/o silvestres) susceptibles de actuar como reservorio de enfermedades. Además, las reacciones cruzadas con la paratuberculosis (enfermedad muy extendida en el campo español) comprometen la fiabilidad de las pruebas analíticas de diagnóstico, planteando serios problemas a la hora de abordar los planes de erradicación (Sanes *et al*., 2011).

La lucha contra las enfermedades, tanto las endémicas (tuberculosis y brucelosis), como las emergentes (lengua azul), para conseguir su erradicación y control, va a ser uno de los caballos de batalla para el sector de ganado bravo. Esto no debería suponer, en ningún caso, perjuicio alguno para el mantenimiento de la diversidad de encastes y líneas genéticas que caracterizan a esta raza. Ganaderías importantes y singulares por su genealogía se están viendo diezmadas por esta causa, hasta poner en peligro la pervivencia de determinados encastes.

Encastes en peligro de extinción

Los ganaderos han creado la raza de Lidia a partir de ganado bovino español protagonizando un gran experimento genético que ha dado lugar a una gran variedad de poblaciones muy diferentes (Sotillo *et al*., 1996).

Por desgracia, en la actualidad, muchas de ellas están en serio riesgo de extinción, debido a la paulatina desaparición de determinadas ganaderías, únicas en su procedencia genealógica, que bien por la baja demanda del mercado, la escasa rentabilidad de la actividad ganadera o problemas sanitarios, se ven forzadas a cesar en su actividad.

El Ministerio de Agricultura clasifica los animales procedentes de la Raza de Lidia en 5 Castas, 17 Encastes y 6 Líneas, distribuidos según criterios genéticos, morfológicos y etológicos (Real Decreto 60/2001). Dentro de esta raza, la distancia genética entre diferentes líneas genealógicas es, por término medio, casi tres veces mayor que la distancia que existe entre cualquier pareja de razas de ganado bovino europeo. La de Lidia debería ser considerada como subespecie o una raza de razas, por la gran diversidad genética entre las diferentes líneas y ganaderías que la conforman (Cañón, 2011).

De las 26 procedencias reconocidas (Real Decreto 60/2001), siete no suman más de 300 vacas (Miura, Pablo Romero, Concha y Sierra, Saltillo, Urcola, Pedrajas y Conde de la Corte) y a éstas le siguen 9 líneas más, que no superan las 1000 vacas reproductoras (Veragua, Contreras, Santa Coloma – Rama Graciliano,

Santa Coloma – Rama Coquilla, Albaserrada, Osborne, Hidalgo Barquero, Vegavillar y Villamarta). Estos datos ponen en evidencia la grave situación que afecta a la diversidad de la cabaña brava (MAPA, 2010).

Con el objetivo de conservar esta diversidad, el Ministerio de Agricultura promovió, en 1999, un programa para la creación de un banco de germoplasma mediante el cual se obtuvieron semen y embriones de algunas ganaderías en peligro de extinción (Fernández, 2005). Los ganaderos cedieron al MAPA semen y embriones procedentes de sus animales, quien lo guarda y custodia congelado, con la condición de que se vuelva a utilizar en caso de necesidad para recuperar determinados encastes. Aunque se consiguió material genético de gran valor, finalmente, el proyecto quedó muy lejos del objetivo marcado y muchas de las ganaderías en peligro no colaboraron.

En la actualidad, el Ministerio trata de fomentar, mejorar y conservar la raza con la implantación de un plan de mejora y programas de apoyo a encastes minoritarios (Castellanos, 2011).

Conclusiones

El sector de producción de toro de Lidia, desde sus orígenes, ha ido adaptándose a los nuevos tiempos haciendo uso de los avances tecnológicos de cada momento. De esta manera, se ha modificado el sistema de alimentación, los criterios de selección y las técnicas reproductivas.

Las nuevas estrategias de reproducción asistida se han instaurado en la raza de Lidia con resultados prometedores que, sin ninguna duda, ayudaran en gran medida al progreso genético de la raza. Además, estas novedosas técnicas pueden ser la solución al aumento de la consanguinidad reinante en algunas ganaderías y al peligro de extinción de determinados encastes minoritarios.

El entrenamiento de los toros proporciona una mejora en la capacidad de adaptación del animal al esfuerzo físico de la lidia, siempre combinado con un buen manejo sanitario y una buena alimentación.

El toro de Lidia llega a la plaza con una cornamenta íntegra gracias al enfundado, que se produce durante el último año de su cría. Además, esta práctica ha hecho disminuir el número de bajas por cornadas en las ganaderías.

No obstante, existen dificultades propias de la cría del ganado bravo, que afectan gravemente al animal, como son el síndrome de caída y los problemas sanitarios.

Por otro lado, el peligro de extinción de determinados encastes, tan importantes para la diversidad animal, debe de ser tratado en profundidad ofreciendo una solución rápida.

Bibliografía

Aceña MC, García-Belenguer S, Gascón M, Purroy A, 1995. Modifications hematologiques et musculaires pendant la corrida chez le taureau de combat. Biomecanique de la tauromachie 1992-1995. 185-193.

Agüera EI, Rubio MA, Vivo R, Escribano BM, Muñóz A, Villafuerte JL, Castejón F, 1998. Adaptaciones fisiológicas a la lidia en el Toro Bravo. Parámetro plasmáticos y musculares. Veterinaria México, 29(4), 399-403.

Agüera EI, Muñoz A, Castejón FM, Essén-Gustavsson B, 2001. Skeletal muscle fibre characteristics in young and old bulls and metabolic response after a bullfight. Journal of Veterinary Medicine, 48, 313-319.

Agüera E, 2008. Manejo para la mejora del rendimiento físico del Toro de Lidia: pautas de entrenamiento, pp. 100-109. En: Manual de re-

producción y genética del Toro de Lidia. Tomo I, 83 pp. Ed. ITACYL. Valladolid.

Alfonso L, 1999. Nuevas perspectivas de la mejora genética del ganado de Lidia, pp. 111-124. En: I Jornadas sobre ganado de Lidia, A. Purroy, C. Buxadé (Ed.), 195 pp. Ed. Universidad Pública de Navarra. Pamplona.

Almenara-Barrios J, García R, 2011. Assessment scale for behaviour in bullfighting cattle (EBL 10). Reliability and validity. Archivos de Zootecnia, 60, 215-224.

Alonso ME, Sánchez JM, Riol JA, Gutiérrez P, Gaudioso VR, 1995. Estudio de la manifestación del síndrome de caída en el Toro de Lidia. Manifestación e incidencia. ITEA, Vol. 91 (2), 81-92.

Aparicio JB, Peña F, Barona LF, 2000. Estudio de las encornaduras del Toro de Lidia. Ed. Junta de Andalucía. Córdoba.

Arriola J, 1998. Acidosis ruminal en el Toro de Lidia (I). Toro Bravo, 13, 30-33.

Barga R, 1995. El Toro de Lidia. Alianza Editorial. Madrid

Bartolomé DJ, 2009. Influencia de la acidosis ruminal en el síndrome de caída y la respuesta etológica del Toro de Lidia en la plaza. Tesis Doctoral. Universidad de León.

Bartolomé DJ, Posado R, García JJ, Alonso ME, Gaudioso VR, 2011. Acidosis ruminal en el toro bravo. Albéitar, 148, 14-16.

Blanco FJ, 2008. Protocolos de sincronización e inseminación artificial en ganadería de lidia, pp. 74-83. En: Manual de reproducción y genética del Toro de Lidia. Tomo I, 83 pp. Ed. ITACYL. Valladolid.

Caballero de la Calle JR, 2008. Influencia de las condiciones del transporte sobre el peso del Toro de Lidia en la plaza, pp. 291-286. En: VII Symposium Nacional del Toro de Lidia. Zafra.

Cañón J, 2008. Mejora genética en el Ganado de Lidia: métodos de selección, pp. 69-73. En: Manual de reproducción y genética del Toro de Lidia. Tomo I, 183 pp. Ed. ITACYL. Valladolid.

Cañón J, Tupac-Yupanqui I, García-Atance MA, Cortés O, García D, Fernández J, Dunner S, 2008. Genetic variation within the Lidia bovine breed. Animal Genetics, 39, 439–445.

Cañón J, 2011. Medidas para la protección de encastes en peligro de extinción, pp. 126-130. En: VII Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Cáceres.

Cabrera R, 2012. Trapío y casta Del toro Del siglo XXI. XX Jornadas técnicas de la Asociación de Veterinarios Taurinos. Santander.

Carbonell A, Gómez A, 2001. La alimentación del Toro de Lidia. Aplicación en la ganadería de Jaralta. Ganadería – Serie Alimentación Animal. Ed. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

Carceller C, 1997. Gimnasia funcional del Toro de Lidia. Bovis, 78 (2), 31-39.

Carmona A, 1994. Técnicas modernas en la alimentación del Toro de Lidia, pp. 47-60. En: I Congreso Mundial Taurino de Veterinaria, Zaragoza.

Castellanos M, 2011. Adaptación de la raza de Lidia a la nueva normativa zootécnica nacional, pp.131-133. En: VII Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Cáceres.

Castejón FJ, 1985. Incoordinación motora y caída del ganado bravo durante la lidia. Boletín Informativo SYVA, Febrero, 40-44.

Castro MJ, Sánchez JM, Riol JA, Alonso ME, Gaudioso VR, 1994. Evaluación de la reacción de estrés en animales de raza de lidia ante diferentes prácticas habituales de manejo. ITEA Vol. 90 (2), 104-111.

Comín F, Martín P, Muñoz M, Vidal J, 1998. 150 años de Historia de los ferrocarriles españoles. Ed. Anaya. Madrid.

Compan H, Arriola J, 1998. Acidosis ruminal en el Toro de Lidia (III). Toro Bravo, 15, 30-33.

Cruz J, 1991. El toro de lidia en la biología, en la zootecnia y en la cultura. Ed. Junta de Castilla y León. Valladolid.

Domecq JP, 2009. Del toreo a la bravura. Alianza Editorial. Madrid

Domecq A, 1998. El Toro Bravo. Ed. Espasa. Madrid.

Durán JM, Carpintero CM, Fernández FJ, Fernández C, Flores N, Gómez JP, Hebrero C, Mirat F, Morales J, Moreno F, Pizarro M, Urquía JJ, 2001. Influencia de la estancia en El Batán sobre el comportamiento de los toros lidiados en la plaza de toros de Las Ventas durante la temporada 2000, pp. 180-183. En: V Symposium Nacional del Toro de Lidia. Zafra.

Escalera F, Lomillos JM, Sanz E, González JR, Bartolomé DJ, Posado R, García JJ, Alonso ME, 2011. Influencia de algunos parámetros indicadores de acidosis en el síndrome de caída del Toro Bravo, pp. 231-240. En: VII Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Cáceres.

Escribano BM, Tunez I, Requena F, Rubio MD, De Miguel R, Montilla P, Tovar P, Agüera EI, 2010. Effects of an aerobic training program on oxidative stress biomarkers in bulls. Veterinarni Medicina, 55 (9) 422–428.

Fernández J, 2005. Evolución de las explotaciones ganaderas, pp. 129-159. En: Un siglo de toros 1905-2005. Ed. Unión de Criadores de Toros de Lidia. Madrid.

Flores B, 2009. Historia de la presencia veterinaria en los festejos y espectáculos taurinos. Ed. Comunidad de Madrid y Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid. Madrid.

García J, 1958. La precocidad del ganado bravo. Ganadería, 183, 438-611.

García JL, 2008. El veterinario en los Espectáculos Taurinos. Ed. Colegio Oficial de Veterinarios de León. León.

García JI, 2011. La selección a través de los libros genealógicos. Adaptación de la Raza de Lidia a la nueva normativa zootécnica nacional, pp. 134-138. En: VII Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Cáceres.

García JJ, Posado R, Hernandez R, Vicente A, 2007. Estudio socioeconómico de los ganaderos de Lidia de Castilla y León. ITACYL. Ed. Junta de Castilla y León. Valladolid.

García-Belenguer S, Purroy A, González JM, Gascón M, 1992. Efecto de la complementación con selenio y vitamina E sobre la adaptación de vacas bravas al estrés físico de la tienta. ITEA, Vol. 88 (3), 205-211.

Gaudioso V, Alonso, ME, 1994. Aproximación al síndrome de la caída, pp. 81-82. En: I Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Zaragoza.

Gaudioso V, Riol A, 1996. Selección y reproducción en el ganado de Lidia. En: Producciones equinas y de Ganado de Lidia, Cap. XVII. Zootecnia, bases de producción animal. Ed. Mundiprensa. Madrid.

Gómez A, 2008. Programa de transferencia de embriones en la ganadería de lidia. Manual de reproducción y genética del Toro de Lidia. Tomo I. Ed. ITACYL. Valladolid.

Gómez D, 1980. El Toro de Lidia. Trabajo de la Cátedra de Zootecnia II. León.

Gómez A, 2001. Acidosis ruminal y su incidencia en la lidia, pp. 137-148. En: II Jornadas sobre ganado de Lidia, A. Purroy, C. Buxadé (Ed.), 333 pp. Ed. Universidad Pública de Navarra. Pamplona.

Gómez A, 2011. El enfundado del Toro de Lidia. VII Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Cáceres.

González E, Duran CV, Domínguez JF, 1994. Heredabilidad y repetibilidad de la nota de tienta y la nota de lidia en una ganadería de reses bravas. Archivos de Zootecnia, 43, 225-237.

Illera JC, Gil F, Silván G, 2007. Regulación neuroendocrina del estrés y dolor en el toro de Lidia (Bos Taurus L.): Estudio preliminar. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 2, 1-6

Jimeno V, Majano MA, Mazzuchelli F, Mirat F, 2004. Patologías nutritivas en la terminación del Toro de Lidia. VI Simposium del Toro de Lidia. Zafra.

Jordano D, Gómez G, 1954. Investigaciones sobre la caída de los toros de Lidia. Archivos de Zootecnia, 3 (9), 3-52.

Jordano D, 1984. Caídas en el Toro de Lidia. Estudios sobre el Toro de Lidia (1978-1983). Ed: Unión de Criadores de Toros de Lidia. Madrid.

Lira F, Quevedo L, 2005. Problemática de las técnicas reproductivas en el ganado bovino, pp. 38-44. En: V Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Valladolid.

Lira F, 2008. Avances en el cuidado y protección de las defensas del Toro de Lidia, pp. 28-43. En: Manual de manejo y nutrición del Toro de Lidia. Tomo II. Ed. ITACYL. Valladolid.

López AL, 2006. De las vías pecuarias a los ferrocarriles. El transporte de toros de Lidia en España (siglos XVII-XX)". Revista de estudios taurinos, 22, 249-272.

MAPA, 2010. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Censo de la raza de Lidia 2010.

Montaner LJ, 1991. Heredity of falling condition in Lidia cattle. Master´s Thesis, Department of Veterinary Pathology, Kansas State University.

Mora H, 1979. Influencia de la ecología sobre el Toro de Lidia. Avances en Alimentación y Mejora Animal, 5, 201-204.

Orden DES/6/2011, de 7 de febrero. Normas de control sanitario y de desarrollo de las campañas de saneamiento de la cabaña bovina, ovina y caprina.

Perea A, 2005. Balance de la situación epizootiológica en la cabaña de Lidia, pp. 185-198. En: VII Simposium del Toro de Lidia. Zafra.

Picard B, Santé-Lhoutellier V, Aameslant C, Micol D, Boissy A, Hocquette JF, Compan H, Durand D, 2006. Caractéristiques physiologiques de taureaux de la race Brave à l'issue de la corrida. Revue de Médice Vétérinaire, 157, (5), 293-301.

Pizarro M, Horcajada J, Ortuño S, Fernández C, 2008a. Utilización de fundas en cuernos. Posible modificación de la estructura y consistencia, pp. 179-182. En: VI Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Murcia.

Pizarro M, Carceller H, Alonso, R, Horcajada J, Hebrero C, 2008b. Utilización de fundas en cuernos. Colocación e incidencia en el reconocimiento y comportamiento, pp. 175-178. En: VI Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Murcia.

Purroy A, Buitrago JM, 1985. Etude des enzimes plasmatiques des taureaux de combattues en corridas. Reproduction Nutrition Development. 25, 599-603.

Purroy A, 1998. La cría del Toro Bravo, arte y progreso. Ed. Mundi-Prensa. Madrid

Purroy A, 2003. Comportamiento del Toro de Lidia. Ed. Universidad Pública de Navarra. Pamplona.

Purroy A, Azpilicueta G, Alzón M, 2003. La alimentación en el ganado de lidia, pp. 117-148. En: III Jornadas sobre ganado de Lidia, A. Purroy, C. Buxadé (Ed.), 340 pp. Ed. Universidad Pública de Navarra. Pamplona.

Purroy A, 2008. Nuevas técnicas reproductivas para la mejora del carácter bravura, pp. 27-42. VI Jornadas sobre ganado de Lidia, A. Purroy, C. Buxadé (Ed.), 193 pp. Ed. Universidad Pública de Navarra. Pamplona.

Quevedo L, 2008. Extracción de semen y evacuación seminal al semental de Lidia, pp. 28-41. En: Manual de reproducción y genética del Toro de Lidia. Tomo I. Ed. ITACYL. Valladolid.

Real Decreto 60/2001, de 26 de enero, sobre prototipo racial de la raza bovina de Lidia.

Real Decreto 186/2011, de 18 de febrero. Calificación sanitaria de las ganaderías y explotaciones de reses de Lidia y movimiento de los animales pertenecientes a las mismas.

Requena F, Rubio MD. Escribano BM, Santisteban R, Tovar P, Agüera EI, 2009. Determinación de la ruta metabólica muscular en toros de lidia entrenados, pp. 165-166. En: IX Symposium del Toro de Lidia. Zafra.

Requena F, 2012. Evaluación de la capacidad física del toro de Lidia con el entrenamiento. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.

Rivero JL, Ruz MC, Serrano A, Diz AM, Galisteo AM, 1993. Efecto del entrenamiento y desentrenamiento sobre la proporción de los tipos de fibras musculares em diferentes razas de caballos. Avances en Ciencias Veterinarias, 8,110-118.

Rodero A, Alonso F, García J, 1985. Consanguinidad en el Toro de Lidia. Archivos de Zootecnia Vol. 34 (30), 225.

Rodríguez A, 1996. Aspectos generales de la producción del vacuno de lidia, pp. 247-266. En: Producciones equinas y de Ganado de Lidia, Cap. XI. Zootecnia, bases de producción animal, C. Buxadé (Ed.), 350 pp. Ed. Mundiprensa. Madrid.

Rodríguez PL, 1993. La alimentación del ganado de Lidia. I Symposium del Toro de Lidia. Zafra.

Romero T, 2009. Las tientas: laboratorio de casta y bravura. En: Tiempos y espacios de la Tauromaquia. Ed. Fundación Universitaria San Pablo CEU.

Ruiz C, 2005. La evolución: el toro disperso, el toro reunido, el Toro Bravo, pp. 82-107. En: Un siglo de toros 1905-2005. Ed. Unión de Criadores de Toros de Lidia. Madrid.

San Miguel, JM, 2008. Programa sanitario para una explotación de vacuno de lidia, 44-67. En: Manual de manejo y nutrición del Toro de Lidia. Tomo II. Ed. ITACYL Valladolid.

Sánchez JM, Riol JA, Eguren VG, Gaudioso VR, 1990a. Metodología de obtención de un programa informático para la valoración del toro durante la lidia. Acta Veterinaria, 4, 17-26.

Sánchez JM, Riol JA, Eguren VG, Gaudioso VR, 1990b. Comportamiento del toro de lidia frente al caballo y muleta: aspectos aplicativos a la selección de la raza. Archivos de Zootecnia, Vol. 39 (144), 165-174.

Sánchez JM, Castro MJ, Alonso ME, Gaudioso VR, 1996. Adaptative Metabolic Responses in Females of the Fighting Breed Submited to Different Sequences of Stress Stimuli. Physiology and Behaviour. Vol 60 (4), 1047-1052.

Sánchez-Belda A, 1979. Factores que encarecen la producción de la raza de lidia. Avances en Alimentación y Mejora Animal, 20 (5), 207-210.

Sanes JM, Seva JI, Pallarés FJ, 2011. Coinfección natural de tuberculosis y paratuberculosis en ganaderías de Lidia, pp. 13-22. En: VII Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Cáceres.

Serrano A, 2009. Últimos avances y retos en biotecnología y sus aplicaciones al toro de Lidia, pp. 25-36. En: IX Symposium del Toro de Lidia. Zafra.

Seva J, 2011. La clonación, ventajas e inconvenientes. IV Encuentro de aulas taurinas de Veterinaria. Murcia.

Sotillo F, Ramirez AR, Sotillo JL, 1996. Biotipología del Toro de Lidia, pp. 233-246. En: Producciones equinas y de Ganado de Lidia, Cap. XV. Zootecnia, bases de producción animal, C. Buxadé (Ed.), 350 pp. Ed. Mundiprensa. Madrid.

Tuduri F, 2009. Reglamentarismo y antirreglamentismo. Tiempos y espacios de la Tauromaquia. Ed. Fundación Universitaria San Pablo CEU. Madrid.

Vaz F, 2002. La alimentación y su influencia en las caídas de los toros, pp. 53-61. En: IV Congreso Mundial Taurino de Veterinaria. Salamanca.

(Aceptado para publicación el 1 de octubre de 2012)

Evaluación de áreas ganaderas en la zona de amortiguamiento de una reserva natural en Chiapas, México

H. Gómez Castro*, D. Galdámez Figueroa***, F. Guevara Hernández*, A. Ley de Coss** y R. Pinto Ruiz*,[1]

* Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Cuerpo Académico Agroforestería Pecuaria. Carretera Ocozocoautla-Villaflores, Km 84.5. C.P. 30470. Villaflores, Chiapas
** Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas. Cuerpo Académico Ganadería Tropical Sustentable. Huehuetan, Chiapas
*** Estudiante Egresada de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas

Resumen

El propósito del presente estudio fue evaluar las áreas ganaderas de una comunidad ubicada dentro de una reserva natural en Chiapas, para lo cual se clasificaron las unidades de pastoreo, se calculó la producción primaria aérea neta y la digestibilidad del pasto predominante (*Brachiaria brizantha),* además de calcular y comparar la carga animal con la capacidad de carga de los potreros. Se identificaron tres tipos de unidades de pastoreo con relación a la densidad arbórea: Pastizal Densidad Baja (24%), Pastizal con Árboles Densidad Media (54%) y Pastizal con Árboles Densidad Alta (22%). La composición arbórea incluye principalmente cítricos como Naranja (*Citrus sinensis*), Mandarina (*Citrus aurantium*) y especies leñosas forrajeras como Caulote (*Guazuma ulmifolia),* Cocoite *(Gliricidia sepium)* y Guash *(Leucaena leucocephala).* El pasto *Brachiaria brizantha* fue identificado en el 85% de los potreros recorridos. Para evaluar el efecto del tipo de unidad de pastoreo y la fecha de corte sobre la producción primaria año^{-1} ha^{-1} de *B. brizantha*, se aplicó un diseñó de parcelas divididas en bloques completos al azar, sin hallarse diferencias significativas por efecto de unidad de pastoreo, aunque si hubo por fecha de corte (15, 30 y 45 días), donde la producción más alta se alcanzó a los 45 días de corte (11,398 año^{-1} ha^{-1}). El contenido de materia seca y la digestibilidad *in vitro* de *B. brizantha* no resultaron influenciados por la fecha de corte, pero sí por el tipo de unidad de pastoreo. El mayor porcentaje de materia seca se obtuvo en pastizal abierto (37,9%), mientras que el pastizal de densidad media alcanzó la mayor digestibilidad (41,1%). El punto óptimo para el uso eficiente del pasto, con base en su producción y su digestibilidad fue entre los 21 y 27 días. Se identificaron un total de 547 bovinos en la comunidad, que representan 497 unidades animales y una carga animal aparente de 1,34 UA/ha. Tomando como referencia la capacidad de carga de los potreros y una asignación del 5%, cada hectárea de potrero puede sostener un máximo de 1,17 UA al día. El 45% de los productores sobre-pastorean los potreros, el 43% los sub-utiliza y solo el 12% hace un uso apropiado de los mismos. Los resultados proporcionan a las instituciones responsables de la conservación del área natural protegida, datos útiles para planificar y regular la actividad ganadera en áreas de conservación y de alta diversidad.

Palabras clave: Ganadería extensiva, productividad de pastizales, impacto de la ganadería.

1. Autor para correspondencia: pinto_ruiz@yahoo.com.mx

Abstract

Assessment of areas under livestock use in the buffer zone of a nature reserve in Chiapas, Mexico

The purpose of this study was to assess the livestock areas of a community that borders on a nature reserve in Chiapas. Pasturing units were classified, net aerial primary production was calculated as well as the digestibility of the predominant grass species (*Brachiaria brizantha).* Additionally, grazing burden was calculated and compared to the carrying capacity of the pastures. Three types of pastoral units were identified in relation to their tree density: Low Tree Density Pasture (24%), Medium Tree Density Pasture (54%), and High Tree Density Pasture (22%). Tree community composition mainly included citrus species such as orange (*Citrus cinensis*) and mandarine (*Citrus aurantium*), as well as forage trees such as *Guazuma ulmifolia, Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala.* The grass species *Brachiaria brizantha* was identified in 85% of the pasture areas. In order to evaluate the effect of the type of pastoral unit and the cutting date on the primary production year^{-1} ha^{-1} of *B. brizantha*, a divided parcel design was designed with random complete blocks. No significant differences were found between types of pastoral units, but they were found between distinct cutting dates (15, 30 and 45 days), with the primary production reaching its height at 45 days (11 398 year^{-1} ha^{-1}). Dry matter content and *in vitro* digestibility of *B. brizantha* were not influenced by the cutting date, but were influenced by the type of pastoral unit. The greatest dry matter content was obtained in Open pasture (37.9%), while the Medium tree density had the highest Digestibility (41.1%). The optimum point for grass use efficiency (found by combining highest primary production and digestibility) was found at 24 days. A total of 547 bovines were identified in the community, which represent 497 animal units and an apparent animal burden of 1.34 AU ha^{-1}. Taking the carrying capacity of pastures and an assignation of 5% as a reference, each hectare of pasture can sustain a maximum of 1.17 AU per day. Results suggest that 45% of producers overgraze their pastures, 43% underuse them, and 12% achieve an appropriate use of pastures. These data can be used by conservation institutions to plan and regulate livestock raising activities in areas of conservation and high diversity.

Key words: Extensive ranching, grassland productivity, livestock impacts.

Introducción

El estado de Chiapas, en México, cuenta con gran diversidad biológica que es favorecida por la variedad de ecosistemas que posee. Prueba de ello son sus abundantes recursos naturales, entre los que destacan la flora y fauna que se ven principalmente en las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Estos lugares son escenarios ideales para la recreación, la investigación o el turismo, sin embargo, existen indicios de que el crecimiento del área de uso ganadero en estas regiones está propiciando una amenaza para la diversidad florística en algunas ANP en Chiapas (Toledo, 2005; SEMARNAT, 2000).

Los cambios de uso en muchas de estas áreas como resultado de los diferentes asentamientos humanos, frecuentemente derivan en la pérdida de recursos forestales para el aprovechamiento de maderas preciosas, cuya escasez incrementa su precio en el mercado. Posteriormente, por lo general, a las áreas desmontadas se les da un uso agrícola y/o ganadero en condiciones extensivas que genera impactos negativos sobre los recursos naturales. Si bien es cierto que actividades como la ganadería a pequeña escala (en condiciones extensivas con poca inversión en mano de obra e insumos) representa una de las principales alternativas de subsistencia de muchas comunidades rurales, también con este tipo de actividad se propicia una fuerte presión sobre las áreas de pastoreo, agrícolas y forestales. Lo anterior es importante en reservas naturales, que sin duda re-

presentan una estrategia clave para el desarrollo sostenible y para la salud ambiental del país, ya que pueden verse seriamente afectadas si no hay alguna regulación para estas actividades productivas.

Es indiscutible que la actividad ganadera en Chiapas juega un papel importante en la dinámica económica dentro de las comunidades indígenas y campesinas, pues representa el acceso a capital, productos básicos, subproductos, etc. La mayoría de estas comunidades son de propiedad ejidal y se encuentran asentadas en áreas naturales. Por lo anterior, surge la necesidad de conocer el punto de equilibrio que permita la coexistencia entre las actividades pecuarias y la conservación de las áreas naturales. De aquí radica la importancia de determinar la productividad primaria aérea neta (PPAN) en los pastizales y el número de rumiantes que puedan mantenerse en las áreas ganaderas de una comunidad, constituyen elementos básicos para el desarrollo pecuario sostenible en las ANP.

El objetivo del presente trabajo consistió en realizar un diagnóstico de la situación actual de la ganadería y evaluar el efecto que tiene el tipo de unidad de pastoreo y la frecuencia de corte sobre la producción primaria aérea neta (PPAN) de *Brachiaria brizantha* en época lluviosa, y con base en la PPAN y la digestibilidad de este pasto, determinar el tiempo de recuperación óptimo de las pasturas y la eficiencia en el uso de los potreros en la comunidad en estudio para ajustar la carga animal equilibrando la oferta con la demanda de forraje y de esta forma evitar el incremento del área de potreros.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la comunidad Ash' Lum, ubicada en el área de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote (REBISO). La REBISO incluye parte de los municipios de Ocozocoautla de Espinosa, Cintalapa de Figueroa, Tecpatán de Mezcalapa y Jiquipilas, y se encuentra localizada al occidente del territorio chiapaneco en la región socioeconómica Centro de Chiapas, con una superficie de 101 288 ha.

Para conocer la actividad ganadera en la comunidad se buscó información secundaria sobre la comunidad y se realizaron reuniones con autoridades comunitarias y otros actores locales. El estudio se proyectó durante la época de mayor precipitación pluvial (de julio a noviembre). Posteriormente, se realizó un taller participativo para explicar los propósitos y la utilidad que tendría el estudio. También se identificó a un grupo de productores cooperantes e informantes clave del estudio en función de su disponibilidad para participar en el estudio, y cuya participación fue determinante para el cumplimiento de los objetivos (FAO, 2001). Se aplicaron 51 entrevistas semiestructuradas (Vela, 2001) con las que se obtuvo información sobre especies forrajeras locales, así como el manejo de las áreas de pastoreo, el tamaño y estado fisiológico del ganado bovino.

Para la clasificación del tipo de pastizal se hicieron, acompañados de un informante clave, los siguientes cinco transectos (tabla 1):"Línea del Ejido", "Veinte Casas", "Francisco I. Madero", "Línea Tierra Nueva" y "El Cafetal".

A lo largo de los recorridos se tomaron, con la ayuda de un GPS, los puntos de observación para delinear los transectos en un mapa. Se realizaron de 7 a 10 puntos de observación por transecto, en los cuales se registró, el tiempo de uso y descanso de los potreros (patrones de uso de las áreas de pastoreo) y las características de los potreros, así como datos sobre la densidad arbórea de cada potrero para su clasificación (Geilfus, 1997; FAO, 2001).

Las unidades de pastoreo (UP) se clasificaron con base en su densidad arbórea de acuerdo

Tabla 1. Número de potreros y longitud del transecto en la comunidad Ash' Lum, Chiapas
Table 1. Number of paddocks and transect length in the Ash' Lum community, Chiapas

Transecto	No. Potreros/ Transecto	Longitud (m)
1. Línea del Ejido	7	434
2. Cafetal	7	1049
3. Línea Tierra Nueva	10	544
4. Francisco I. Madero	7	2035
5. Veinte Casas	10	1741
Total	41	5803

a lo propuesto por Pérez (2006) para la clasificación de sistemas silvopastoriles. Las UP se clasificaron en unidades de baja densidad (menos de 50 árboles ha^{-1}; pastizal densidad baja = PDB), de mediana densidad (de 50 a 100 árboles ha^{-1}; pastizal de densidad media = PDM) y de alta densidad (más de 100 árboles; pastizal de densidad alta = PDA). También se registró la extensión de cada una de las UP y se eligió el lugar donde se colocarían las parcelas de exclusión en de cada UP.

Para cuantificar la PPAN (incluye el material vivo más el material muerto en pie) se utilizaron seis parcelas de exclusión, dos para cada uno de los tres tipos de UP (Haydock y Shaw, 1975). Como se mencionó anteriormente los muestreos se realizaron del mes de julio al mes de noviembre meses en los que se alcanza una precipitación media de hasta 2300 mm; el clima que predomina en la reserva es el cálido-húmedo, con abundantes lluvias en verano e influencia del monzón (clave Am según la clasificación de Köppen modificada por García) en la época de mayor precipitación en la región. La parcela de exclusión consistió de un área de 12 m^2 de *Brachiaria brizantha*. Cada una de las parcelas quedaron excluidas del pastoreo de bovinos mediante una "jaula" de malla borreguera, en el interior de la cual se hicieron tres subdivisiones para igual número de fechas de corte (15, 30 y 45 días).

Para evaluar el efecto del tipo de UP y la frecuencia de corte, se utilizó un diseñó de parcelas divididas en el tiempo en bloques completos al azar, tomando al tipo de UP como la parcela grande y la fecha de corte como la parcela pequeña, con tres tipos de UP y tres fechas de corte.

Las cosechas se efectuaron en seis parcelas excluidas de 4x3 m, dos para cada unidad de pastoreo. Cada parcela estuvo a su vez dividida en tres subparcelas, que correspondió a las frecuencias de corte (15, 30 y 45 días). La altura de corte fue de 10 cm por arriba del suelo y la distribución de las fechas de corte se hizo de manera aleatoria.

Con base en lo propuesto por Mannetje (1978), se calculó la PPAN de las subparcelas en periodos de tiempo consecutivos con la ecuación siguiente:

$$PPAN= \Sigma n\ (Y_n - Y_n\text{-}1)$$

donde:

PPAN = producción primaria aérea neta.

Y_n = producción media (material vivo más el material muerto en pie) muestreados en un determinado tiempo en el n-ésimo muestreo.

Y_n-1 = es la producción media obtenida en el periodo previo.

n = número de muestreos.

Para determinar el contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente acida (FDA) de *B. brizantha* se utilizó el método de Van Soest et al. (1985). Se tomaron varias muestras representativas en el pastizal para después mezclarlas obteniendo así una muestra compuesta de 500 g. La digestibilidad *in vitro* del pasto se calculó con los valores obtenidos de FDA y con la ecuación sugerida por Ricci y Toranzos (1998) para gramíneas tropicales:

Digestibilidad (%) = 88.9 - (0.779 X FDA)

Para determinar el tiempo más apropiado para el uso de *B. brizantha* se graficó la PPAN y la digestibilidad con respecto a los días de corte, y así identificar el punto de intersección entre ambas variables.

El efecto del tipo de unidad de pastoreo y de la fecha de corte sobre la digestibilidad se evaluó por medio de un diseño bloques completos al azar con un arreglo factorial de 3^2, con dos factores (tipo de pastizal y fecha de corte) y tres niveles para cada factor, el modelo utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + UP_j + F_k + UP_j * F_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Digestibilidad.

μ = Media general.

B_i = Efecto del i-ésimo bloque.

UP_j = Efecto causado por la j-ésima unidad de pastoreo.

F_k = Efecto causado por la k-ésima frecuencia de corte.

$UP_j * F_k$ = Efecto de la interacción entre la j-esima unidad de pastoreo y la k-esima frecuencia de corte.

E_{ijk} = Componente aleatorio del error.

Se hicieron determinaciones de MS de muestras tomadas en las parcelas excluidas, para esto se cosechó una muestra de 500 g de masa vegetal en cada subparcela para posteriormente utilizar una submuestra de 200 g para secarla en una estufa de aire forzado a 60° C de temperatura por 24 horas. y pesar la muestra deshidratada hasta alcanzar peso constante (AOAC, 1980).

Se realizó un primer corte de uniformidad en las seis parcelas principales para asignarles de manera aleatoria a cada subparcela las fechas de corte (15, 30 y 45 días). Para excluir del pastoreo a los animales, se delimitaron las parcelas con una malla borreguera de 1,20m de alto, reforzada con postes resistentes al contacto con los animales en pastoreo.

La PPAN se evaluó por medio de un diseño de parcelas divididas y el modelo utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + UP_j + \xi_{ij} + F_k + \xi jk + UP + Eijk$$

donde:

Y_{ijk} = PPAN para la i-esima unidad de pastoreo en el j-esimo bloque y la k-ésima fecha de corte.

μ = Media general de la variable en estudio.

ξ_i = Efecto del j-ésimo bloque.

UP_j = Efecto causado por la i-ésima unidad de pastoreo.

ξ_{ij} = Error asociado a la parcela grande (i-ésimo efecto de la unidad de pastoreo en el j-ésimo bloque) (error A).

F_k = Efecto causado por la k-ésima frecuencia de corte.

ξ_{jk} = Error asociado a la parcela chica (interacción en la i-ésima unidad de pastoreo en la k-ésima frecuencia de corte).

E_{ijk} = Componente aleatorio del error, asociado a la ijk-ésima subparcela en el j-ésimo bloque (error B).

Para evaluar las características químicas de los suelos, se realizó un muestreo y análisis en el lugar donde se instalaron las jaulas de ex-

clusión en cada potrero. Las muestras se tomaron con un barreno a una profundidad de 20 cm, en diferentes puntos seleccionados y se realizó un muestreo en zig zag para tener una muestra compuesta y representativa en una superficie de una hectárea. Se determinó el nitrógeno total (N) mediante el método semi-micro Kjeldhal, el fósforo extractable (P) por el método de Olsen y el pH mediante la relación 1:2 con agua. Los métodos citados se fundamentan en la aplicación de la Norma Mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006. La humedad fue determinada en una estufa de aire forzado y la materia orgánica por el método de Walkley y Black

Las variables de suelo fueron evaluadas a través de un análisis de varianza completamente al azar, cuyo modelo utilizado fue:

$$Yij = \mu + UP + Eij$$

donde:

Yij = Variable de respuesta del suelo (Fósforo, Materia Orgánica, Nitrógeno y pH).

μ = Media general.

UP = i-ésimo efecto de la unidad de pastoreo.

Eij = error experimental.

Inventario ganadero

Por medio de la entrevista semiestructurada se registró el número y estado fisiológico de todos los semovientes bovinos en la comunidad y con ello se calculó el número de unidades animal (1 UA = 450 Kg de peso vivo).

A partir de las 51 entrevistas que corresponde al total de los ganaderos de la comunidad, y la observación sistematizada de los potreros, se definió la distribución de la carga ganadera y las características de los sistemas de producción animal en la comunidad. El inventario ganadero se transformó en unidades animal, lo cual es requerido para calcular la capacidad de carga, o sea el número máximo de unidades animal que se pueden mantener en estas áreas sin afectar el estado ni la condición de los pastizales.

Para conocer al número de productores que hacen un uso y manejo adecuado de los potreros, se utilizó FUA del forraje, el cual indica que la carga animal (CA) es igual a la capacidad de carga (CC), esto es:

$$FUA: CA = CC$$

o cuando hay sobre o subutilización de los pastizales:

- Sobre-utilización del pastizal = CA > CC
- Sub-utilización del pastizal = CA < CC

Con esto se determinó la carga ganadera promedio y el nivel de utilización de cada uno de los productores participantes.

Todos los análisis de la información del presente estudio se llevaron a cabo mediante un software para análisis estadísticos (SAS, 2000).

Resultados y discusión

La ganadería en la comunidad Ash'Lum es la actividad productiva que ocupa el porcentaje mayor de tierra y tiene potreros distribuidos prácticamente en todo su territorio. Los potreros identificados en los transectos quedaron clasificados de la siguiente manera: el 54% resultó ser PDM; el 24% y el 22% correspondieron a PDB y PDA respectivamente. Estos resultados muestran que a pesar de la reciente expansión de la ganadería en la comunidad, aún existe aproximadamente un 30% de los potreros con cobertura arbórea.

En la tabla 2 se presentan los promedios de las densidades arbóreas por unidad de pastoreo. En el tipo PDM se obtuvo una densidad promedio de 93 árboles ha^{-1}, lo cual está por arriba de lo encontrado por Zamora *et al.* (2001), López *et al.* (2004) y Ruiz *et al.* (2005) en tres diferentes regiones de Nicaragua, sitios en los que se reportan densidades menores a 42 árboles ha^{-1} para UP clasificadas como PDM. Estos resultados también resultan

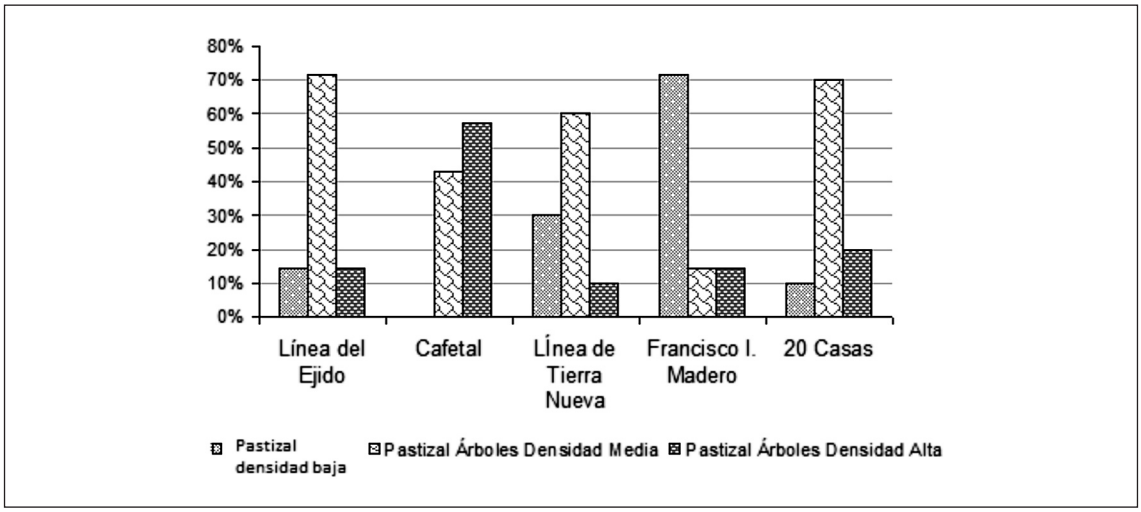


Figura 1. Tipos de unidades de pastoreo por transecto en la comunidad Ash' Lum, Chiapas.
Figure 1. Types of grazing units per transect in the Ash' Lum community, Chiapas.

Tabla 2. Promedio de árboles por hectárea por tipo de unidad de pastoreo
Table 2. Average of trees per hectare for type of grazing unit

Tipo unidad de pastoreo	Promedio de árboles ha^{-1}
PDB	28
PDM	93
PDA	163

PDB = Pastizal densidad baja; PDM = Pastizal densidad media; PDA = Pastizal densidad alta.

superiores a densidades menores de 26 árboles ha^{-1} reportados como PDM en diversas regiones tropicales de Costa Rica, como son Guanacaste, San José, San Carlos, Monte Verde y Río Frío (Harvey *et al.*, 1999; Souza de Abreu *et al.*, 2000; Villanueva, 2001;Esquivel *et al.*, 2003; Villacís *et al.*, 2003). Así también, superan la densidad de 55 árboles ha^{-1} reportados por Pérez (2006) en Honduras.

Las altas densidades encontradas en el presente estudio están asociadas a que en los últimos 15 años se ha venido dando una conversión de bosques a áreas ganaderas, lo cual es un fenómeno que ocasiona que las áreas de bosque convertidos en potreros se encuentran en una fase inicial o intermedia del proceso de transformación del bosque en potrero. No obstante, también contribuye el hecho de que algunos productores han favorecido la presencia de árboles en sus potreros, sobre todo de aquellas especies que mayores beneficios les representa en cuanto a sus usos (frutales, sombra para el café y forrajeras).

De acuerdo a las entrevistas aplicadas, se asume que la cobertura arbórea actual resulta de las decisiones de los productores al selec-

cionar, mantener, eliminar o sembrar árboles, que al realizar estas actividades se influye (de manera positiva o negativa) sobre la cobertura arbórea de sus potreros. Se entiende que estas decisiones pueden estar influenciadas por diversos factores como son el tipo de sistema de producción (producción de carne o de doble propósito), las condiciones socioeconómicas o ecológicas, y el conocimiento local (usos y costumbres sobre el uso de recursos forestales) (López *et al.*, 2004). El ingreso económico obtenido por las especies frutales (mandarina y naranja principalmente), el aprovechamiento de las ramas y el uso que hacen de los árboles como leña, madera, postes muertos, así como la distribución del uso de suelo en la comunidad, son factores determinantes en esta toma de decisiones. El factor económico coincide con lo reportado por López (2007) en Nicaragua, quien manifiesta que actividades similares, cambian la estructura, composición y abundancia de la cobertura arbórea en los potreros de la comunidad.

La cobertura de los árboles se ve afectada por las condiciones ambientales y la época del año, ya que algunas actividades como el aprovechamiento de leña se realizan principalmente en la época seca, debido al fácil acceso a los sitios y que la madera no se encuentra húmeda.

Por otro lado, el bajo número de árboles en los potreros de densidad baja se asocia con el establecimiento de potreros de manera extensiva. Al respecto, Gómez *et al.,* (2006) citan para la misma comunidad, que el crecimiento de las áreas de potreros se debe al desconocimiento del número de animales que los potreros pueden mantener y a la tendencia de incrementar el tamaño de los hatos como una forma de ahorro, lo cual convierte a la ganadería en una actividad insostenible, que provoca la rápida degradación de pastizales, lo que a su vez motiva a abrir nuevas áreas de pastoreo y disminuye la densidad de árboles en los potreros. De igual manera, Villanueva *et al.*, (2003) refieren en un estudio similar en Costa Rica, que la variación de la cobertura y densidad de los árboles en las pasturas, se debe a decisiones del productor relacionadas con el manejo de las pasturas y el fuerte aprovechamiento (sin restitución) de árboles para satisfacer las necesidades de madera, postes, etc.

La figura 1 muestra la frecuencia de las unidades de pastoreo presentes en los transectos recorridos. Como se observa, el tipo PDM es más frecuente en tres de los cinco transectos ("Línea del ejido", "Línea Tierra Nueva" y "Veinte casas"), mientras que en los transectos restantes, en uno predomina el PDB ("Francisco I. Madero"), lo cual se debe a que son los potreros con mayor antigüedad, y en el otro ("Cafetal") prevalece el PDA, aunque son menos frecuentes, se puede asociar a los requerimientos de sombra del cultivo del café y al conocimiento de los productores sobre los beneficios que la sombra de los árboles tiene en sus cafetales, al crear un microclima propicio que reduce las exigencias del cultivo (Estívariz, 1997).

La composición arbórea y arbustiva en la mayoría de los potreros está constituida por especies frutales como Naranja (*Citrus sinensis*), Mandarina (*Citrus aurantium*), Nance (*Byrsonima crassifolia)*, Guayaba *(Psidium guajava);*especies forrajeras como Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Cocoite (*Gliricidia sepium*), Guash (*Leucaena leucocephala*), y otras especies diversas como Bachté (*Acalypha mexicana*), Jaboncillo (*Sapindus saponaria*), Bastón de viejita (*Euphorbia cyatophora*) y Carrizo (*Lasiasis procerrina*). Estas especies han crecido de forma natural, o en algunos casos cultivadas para su aprovechamiento. Los árboles frutales como la Naranja, Mandarina y Nance son los árboles más comúnmente encontrados en los potreros. Lo que se explica por el beneficio económico que representan. Los árboles forrajeros como el Guash, Caulote y Cocoite proporcionan follaje y frutos a los animales.

En la figura 2 se presentan las tres especies de pastos encontradas en los 41 potreros monitoreados, las cuales son: Gramas nativas, *Cynodon plectostachyus* y *Brachiaria brizantha*, de éstas la última se encontró en el 85% de los potreros evaluados, y siempre predominó en los cinco transectos. La introducción de esta especie está asociada con apoyos gubernamentales para el establecimiento de estas praderas. A esto hay que añadir la buena aceptación que la especie ha tenido por parte de los productores, ya que la consideran de gran rusticidad, resistente a enfermedades y de alta producción. No obstante, recientemente los productores han identificado limitantes importantes de esta especie para sus sistemas de producción, por no ser consumida por ovinos ni equinos, además de posibles efectos nocivos (alelopátia) sobre los árboles frutales (Budowski, 1983; Riesco y Ara, 1994).

Otra de las especies identificadas en la comunidad fue *Cynodon plectostachyus*, que representa el 10% del total de gramíneas presentes. Esta especie aparece solo de manera importante en el transecto "Veinte Casas", y con una frecuencia del 5% se encontraron Gramas nativas en los transectos "Cafetal" y en la "Línea de Tierra Nueva", con lo que se evidencia el drástico desplazamiento de especies nativas.

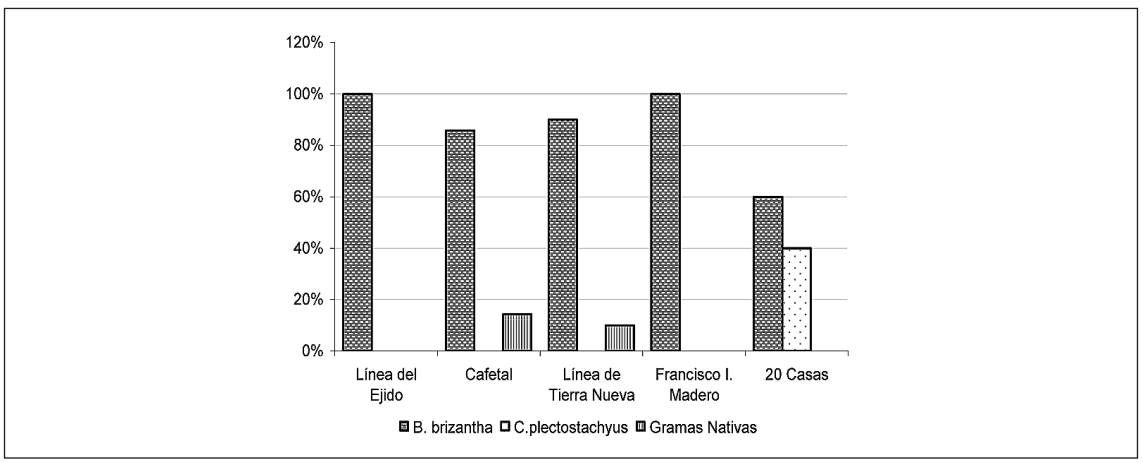


Figura 2. Gramíneas forrajeras presentes en los transectos de la comunidad Ash' Lum, Chiapas.
Figure 2. Forage grasses in the community transects at Ash' Lum, Chiapas.

La tabla 3 presenta la producción de *B. brizantha* durante la época de lluvias, en la cual se observa el efecto del tipo de UP y la fecha de corte sobre la PPAN. De acuerdo con los resultados no se observan diferencias significativas asociadas al tipo de UP. Esto contrasta con lo encontrado por Somarriba (1988), quien menciona diferencias en el rendimiento de pasturas con y sin la sombra de árboles frutales de Guayaba (*Psidium guajava)*, con un rendimiento de las pasturas menor bajo la sombra de los árboles, mientras que las pasturas a pleno sol tuvieron rendimientos superiores. Esto se explica muy probablemente por haber un mayor grado de sombra sobre las pasturas en ese estudio.

Por otro lado, el efecto de la fecha de corte resultó ser significativamente diferente para la PPAN (MS ha^{-1}), apreciándose un aumento

progresivo a medida que el intervalo entre cortes fue mayor, lo que es característico de las gramíneas forrajeras. Así, el corte realizado a los 45 días fue el que presentó la mayor producción de forraje (11397,99 kg MS ha^{-1} $año^{-1}$), y el de 15 días presentó la menor producción (8588,60 kg MS ha^{-1} $año^{-1}$), mientras que el de 30 días alcanzó una producción intermedia (9648,83 kg MS ha^{-1} $año^{-1}$). Este último resultado es similar a lo citado para la misma especie por Pietrosemoli *et al.* (1995), quien mediante cortes periódicos de 28 días obtuvo una PPAN de 9360,80 Kg MS $ha^{-1}año^{-1}$. El incremento en la producción de materia seca con el tiempo, se debió en parte al aumento en el contenido de lignina de sus componentes fibrosos a medida que avanzó la edad de la planta (Paredes,1982).

Tabla 3. Producción anual de materia seca del pasto Brachiaria brizantha por unidad de pastoreo y fecha de corte
Table 3. Annual production of dry matter in Brachiaria brizantha grass per grazing unit and cutting date

Unidad de pastoreo	n	(Kg $MS^{-1}ha^{-1}$)	E.E	CV (%)
PDB	32	9521.24 [a]	966.55	59.71
PDM	30	11459.53 [a]	953.91	49.94
PDA	29	8654.64 [a]	815.23	54.50
Fecha de corte	n	(Kg $MS^{-1}ha^{-1}$)	E.E	CV (%)
15	52	8588.60 [a]	658.47	55.79
30	23	9648.83 [b]	1195.27	59.77
45	16	11397.99 [c]	1268.27	45.76

PDB = Pastizal densidad baja; PDM = Pastizal densidad media; PDA = Pastizal densidad alta. Medias en la misma columna seguidas por diferente literal son estadísticamente diferentes ($P<0.05$). EE = Error estándar de las medias; CV = Coeficiente de Variación.

En el tabla 4 se presentan los resultados del análisis de suelo realizado en los potreros de la comunidad. En cuanto al pH (media en agua destilada) se advierten diferencias significativas entre las unidades de pastoreo, siendo más ácidos los suelos de PDM seguidos de PDA y PA, sin embargo de acuerdo a la norma oficial de suelos en México (PROY-NOM-021-RECNAT,2000), los tres tipos de suelos se consideran ligeramente ácidos. Por lo tanto, se puede decir que estos son suelos que no afectan el crecimiento de las plantas, puesto que el pH con valores entre 4 y 9 no resultan perjudiciales para dicha actividad fisiológica (Jackson, 1967; Arnon *et al.*, 1942; Jackson, 1969).

En la misma tabla 4, se observa que los potreros con mayor densidad de árboles tuvieron mayor contenido de materia orgánica, en cuanto al nitrógeno tuvieron la misma cantidad que los PDM y ambos por arriba de PDA. Los valores en el contenido de materia orgánica se encuentran dentro del rango que va del nivel bajo (4,4) en suelos de potreros PDB, a medio (7) en el suelo de potre-

Tabla 4. Efecto del tipo de unidades de pastoreo sobre las características químicas del suelo
Table 4. Effect of grazing type units on the chemical characteristics of soil

Unidades de pastoreo	Variables del suelo				
	pH	P	MO	N	H
PDB	6.0 ± 0.03 [c]	2.0 ± 0.05 [a]	4.4 ± 0.21 [b]	0.1 ± 0.00 [a]	25.0 ± 0.32 [c]
PDM	6.3 ± 0.02 [b]	2.4 ± 0.02 [b]	5.0 ± 0.30 [b]	0.2 ± 0.02 [b]	39.1 ± 0.00 [b]
PDA	6.1 ± 0.00 [a]	2.4 ± 0.08 [b]	7.0 ± 0.12 [a]	0.2 ± 0.00 [b]	29.1 ± 0.25 [a]

Medias en la misma columna seguidas por diferente literal son estadísticamente diferentes (p<.05).

PDB = Pastizal con Árboles con densidad baja; PDM = Pastizal con Árboles Densidad Media; PDA = Pastizal con Árboles Densidad Alta; P = Fósforo; MO = Materia Orgánica; N = Nitrógeno; H = Humedad.

ros PDM y PDA. Ibrahim (1994) afirma que en la mayoría de estudios realizados en zonas tropicales, se ha demostrado que los árboles y arbustos leguminosas tienen la capacidad de fijar una alta cantidad de N; lo que contribuye al mejoramiento en el nivel de N en el suelo y en el pasto (Bustamante, 1991) y que además, los potreros con árboles mejoran la cantidad de la materia orgánica, las propiedades físicas del suelo, y reducen la lixiviación. En cuanto al contenido de humedad, Casasola (2000) menciona que se conserva por más tiempo en los suelos cuando la densidad de árboles es mayor. Serrano (1991) también sostiene que la utilización de especies arbóreas multipropósito, es una alternativa para la rehabilitación de suelos marginales en el trópico, debido a la renovación constante de la fertilidad al retornar al suelo, hojas, frutos y ramas.

La tabla 5 presenta el contenido de MS y DMS de *B. brizantha* por unidad de pastoreo y por fecha de corte. Como se observa, existen diferencias significativas para ambas variables por UP, en tanto que para la fecha de corte no se encontraron diferencias significativas y tampoco para la interacción UP y fecha de corte.

El contenido de materia seca fue mayor en el PA disminuyendo significativamente en los potreros con mayor densidad de árboles, esto concuerda con Páez *et al.* (1994) y Giraldo *et al.* (1995), ya que el aumento de sombra en los pastizales reduce el contenido en MS del pasto debido a la disminución de las concentraciones de carbohidratos solubles (Alberda, 1965) y al aumento de la humedad en el pasto (Capote y Shishchenko, 1974). Sin embargo, el incremento de MS en los potreros PDM puede explicarse con base en lo que sostienen Sin Clair *et al.*, (1992) y Subramanian *et al.*, (1993), ya que la sombra moderada puede disminuir la sobresaturación lumínica, al mejorarla eficiencia en el uso de la radiación solar y compensar los efectos adversos de la sombra referidos.

Por otro lado, no se encontraron diferencias sobre el porcentaje de MS en el pasto por fecha de corte, lo que coincide con lo propuesto por León (1982), quien tampoco encontró diferencias para esta variable por la fecha de corte de *B. brizantha,* aun obteniendo un porcentaje de MS más bajo (26%) que el obtenido en este estudio (33-36%).

El rango de DMS que se presenta en la tabla 5 (38 a 41%), es inferior a los resultados publicados por Ibrahim (1994) y Pérez (1988) quienes en diferentes trabajos, mencionan una variación de 65 a 72% de digestibilidad de *B. brizantha.*

Tabla 5. Contenido de Materia Seca y digestibilidad *in vitro* de B. *brizantha* por unidad de pastoreo y fecha de corte
Table 5. Dry matter content and in vitro *digestibility of B.* brizantha *per grazing unit and cutting date*

Unidad de pastoreo	n	MS (%)	E.E.	CV (%)	DMS (%)	n	EE	CV (%)
PDB	32	37.91 [a]	1.23	18.39	38.15 [a]	32	0.70	10.48
PDM	29	35.38 [ab]	1.13	17.23	41.13 [b]	30	1.22	16.26
PDA	29	33.75 [b]	0.90	14.39	39.08 [ab]	29	0.83	11.45
Fecha de corte	n	MS (%)	E.E.	CV (%)	DMS (%)	n	EE	CV (%)
15	52	36.44 [a]	0.94	18.59	39.49 [a]	52	0.87	15.99
30	16	36.04 [a]	1.25	16.49	40.29 [a]	16	0.63	6.70
45	22	33.93 [a]	1.19	13.95	38.00 [a]	23	0.78	9.39

Medias en la misma columna seguidas por diferente literal son estadísticamente diferentes (p<.05).

PDB = Pastizal con Árboles con densidad baja; PDM = Pastizal con Árboles Densidad Media; PDA = Pastizal con Árboles Densidad Alta; M.S = Porcentaje de materia seca; E.E. = Error estándar de la media; DMS = Digestibilidad de la materia seca; CV = Coeficiente de variación.

La DMS del pasto presentó diferencias significativas por UP, observándose en la misma tabla 5 que en el pastizal con densidad baja (PDB) la DMS es significativamente menor que los pastizales con densidad media (PDM). Esto se relaciona con el reciclaje de nutrientes que realizan algunas especies arbóreas mediante la pudrición de raíces, el aporte de frutos y follaje, o la fijación de N en el suelo, ya que los árboles presentes en las pasturas reciclan nutrientes además que se conserva por mayor tiempo la humedad conforme mayor sea la densidad de árboles (Halliday, 1984).

Esta variación encontrada para las densidades arbóreas, se explica por la respuesta que presentan los pastos a la disponibilidad de agua, ya que en condiciones de baja humedad se favorece la alta transpiración y se desarrolla gran cantidad de tejido de sostén, el cual se constituye básicamente de fibras, por lo que la DMS disminuye (Quintero *et al.*, 1995).

Gil *et al.* (2005) mencionan que la gramínea debajo de la copa de los árboles es sometida a cambios sustanciales en la cantidad y calidad de la luz que recibe. Sin embargo, la cantidad de biomasa producida por la gramínea se reduce con el sombreo, el área foliar mientras que la eficiencia fotosintética se incrementa en estas condiciones, lo que implica una mayor calidad del forraje producido en condiciones de sombra intermedia. De igual manera, la sombra del árbol reduce la temperatura foliar en la gramínea, lo que ocasiona una menor transpiración, aumentando la eficiencia de uso de agua.

Aunque no existen diferencias significativas en la DMS por la fecha de corte, se observa una disminución numérica gradual, que quizá pudo ser diferente si se aumenta el periodo entre muestreos o el número de estos. En la figura 3 se aprecia un comportamiento inversamente proporcional entre la DMS y la fecha de corte, es decir, que los valores más altos de DMS corresponden a una edad temprana del pasto. Resultados similares fueron presentados por Espinosa *et al.*

(2006) en un estudio con *B. decumbens*; en el cual la digestibilidad de la MS disminuyó al avanzar la edad de la planta. Ramírez *et al.* (2004) también obtuvieron mayor DMS de la MS en edades tempranas al evaluar el efecto de la edad de rebrote en pastos tropicales. Lo anterior es explicado debido a que la DMS de las pasturas decrece con la madurez fisiológica, de manera que el pasto próximo a la floración reduce de forma notable su digestibilidad (Smetham, 1981).

Como se aprecia en la figura 3 mientras avanza la edad de la planta también aumenta su PPAN, al mismo tiempo que disminuye la DMS, por ello se buscó identificar el punto de intersección entre ambas variables, que corresponde al momento en que la B. *brizantha* tiene una PPAN alta pero sin disminuir mucho la DMS. El punto de equilibrio se encuentra entre los 21 y 27 días de edad, periodo en el cual se aprovecha de manera óptima la PPAN y DMS, lo cual propicia un mejor aprovechamiento de las pasturas en esta comunidad. Juárez (2002) encontró como punto óptimo de utilización de *B. brizantha* los 28 días de edad, momento en que se observó un alto consumo por los animales y un bajo contenido de fibra.

Mediante la información secundaria y la obtenida en las entrevistas talleres participativos, se estimó un total de 51 ganaderos en la comunidad, que poseen 547 cabezas de bovinos, equivalentes a 497 unidades animal. Existen 230 potreros que en total suman 413 ha y una carga animal aparente de 1,34 UA ha^{-1}.

En la tabla 6 se aprecia una variabilidad considerable entre los productores en tanto al número de hectáreas y de potreros, asimismo se observa que mientras aumenta la disponibilidad de tierras, también aumenta el número de potreros disponibles. Lo anterior hace evidente las complicaciones en el manejo, debido a que los productores carecen de áreas compactas para pastorear a sus ani-

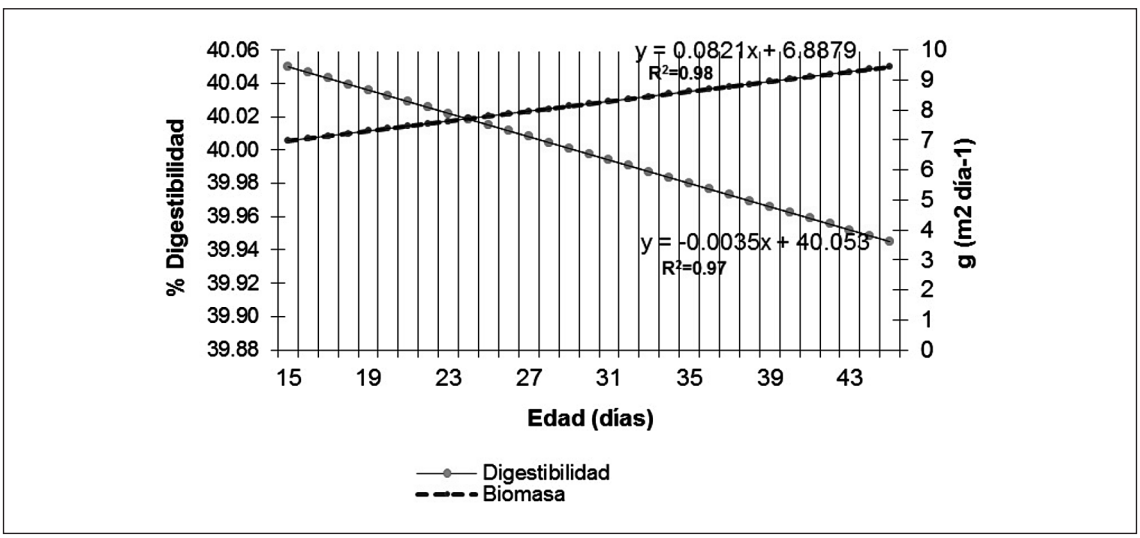


Figura 3. Relación entre la producción primaria aérea neta (PPAN) y la digestibilidad de la materia seca (DMS) de B. *brizantha.*
Figure 3. Relationship between aerial net primary production (ANPP) and dry matter digestibility (DMD) of B. brizantha.

Tabla 6. Información sobre el manejo dado por los productores a los pastizales de la comunidad
Table 6. Information on management practices given by producers to the community grasslands

Valor	Ha de potreros	N° de potreros/ productor	Días de pastoreo (en 2 ha)	Días de descanso	Cabezas	U A.
Mínimo	3	2	8	20	4	3.80
Máximo	20	12	45	60	30	25.90
Media ± DE	8.26 ± 3.49	4.69 ± 1.93	18.2 ± 8.37	36.1 ± 9.85	12.67 ± 6.25	10.90

UA. = Unidades animal; DE = Desviación estándar.

males, poseen un número variable de potreros (de 2 a 12) y de superficie por productor (de 3 a 20 ha).Los potreros en su mayoría se encuentran muy alejados entre sí, lo que provoca que algunos productores mantengan sus animales en un mismo potrero hasta por 45 días. El tiempo que se dejan descansar los potreros varía de 20 a 60 días. Esto ocasiona que se degraden los pastizales, disminuya la productividad y surja la "necesidad" de abrir nuevas áreas para potreros.

Con base en los resultados del ensayo para cuantificar la PPAN, se encontró que la productividad de potreros con *B. brizantha* es de 26.4 Kg de MS ha^{-1} $día^{-1}$. Si se considera una asignación del 5% de consumo diario de forraje en base seca, resulta que en cada hectárea se pueden sostener un máximo de 1.17 UA por hectárea al día, lo cual está dentro de los rangos (de 1 a 1.3 UA ha^{-1}) que maneja la SAGARPA-PROGAN-SIEA (2003) para esta especie en el sitio de estudio.

Conclusión

Las áreas ganaderas de la comunidad Ash'lum mantienen un porcentaje alto de potreros con densidades medias y altas de árboles (PDM y PDA), aunque se observa una tendencia a la disminución de la densidad arbórea en los potreros que tienen más tiempo de establecidos. El tipo de unidad de pastoreo no tuvo efectos significativos sobre la PPAN, a diferencia de la fecha de corte que sí la afectó de manera significativa. Se determinó un punto óptimo para la utilización del pasto predominante en el estudio (*B. brizantha*), que para las condiciones del presente estudio fue entre los 21 y 27 días. El factor de uso del pastizal muestra una variabilidad en el uso del recurso forrajero, con un porcentaje alto de sobreutilización y subutilización (45% y 43%) y un bajo porcentaje de un factor de uso apropiado (12%).

Este trabajo proporciona a las instituciones encargadas de la conservación en dichas ANP información sobre el número de bovinos que pueden mantenerse dentro de las áreas ganaderas, sin afectar de manera irreversible los recursos forrajeros que los animales utilizan en su alimentación, y de esta forma evitar que estas áreas sean incapaces de mantener a la población bovina existente, y que debido a esto se incremente la extensión de las áreas de potreros.

Esta información es útil para la regulación del uso de las áreas ganaderas dentro de las ANP, lo cual como lo sostiene Pizzio (2001), al evaluar periódicamente la producción del pastizal permitirá ajustar la carga animal con mayor precisión y de igual manera compatibilizar la oferta y demanda de energía.

Bibliografía

Alberda T, 1965. The influence of temperature light intensity and nitrate concentration on dry matter production and chemical composition of *Lolium perenne* L. Neth. J. Agric. Sci. 13: 335.

Arnon DI, Jackson CM, 1942. Influence of hydrogen ion concentration on the growth of higher plants under controlled conditions. 1st ed. Plant Physiology. University of Wisconsin. Madison, Wisconsin. 147 pp.

AOAC, 1980. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington, D.C., USA, 1018 p.

Budowski S, 1983. An attempt to quantify some current agroforestry practices in Costa Rica. In: P.A. Huxley (ed.). Plant Research and Agroforestry. ICRAF, Nairobi. p. 43-62.

Bustamante J, 1991. Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 131 pp.

Capote S, Shishchenko SV, 1974. Investigation of physiological processes in alfalfa, clover and Rhodes grass in Cuba, with respect to conditions of lighting and root feeding. In: Biological and physiological aspects of the intensification of grassland utilization. Proc. XII Int. Grassld Congr., Moscow. 62 pp.

Casasola CF, 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en moropotente, Esteli, Nicaraua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, p. 38-50.

Espinosa VM, Ramírez DJ, 2006. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto Brachiaria decumbens en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. Revista electrónica de Veterinaria REDVET. V. 7. No. 5. http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050506.html.

Esquivel H, Ibrahim M, Harvey CA, Villanueva C, Benjamín T, Sinclair FL, 2003. Árboles dispersos en potreros de finca ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10(39-40): 24-29.

Estivariz CJ, 1997. Efecto de sombra sobre la floración y producción de *Coffea arabica* var. Caturra, después de una poda completa en Turrialba, Costa Rica. Tesis de Maestría. CATIE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 73 pp.

FAO, 2001. Manual para el nivel de campo. Programa de análisis socioeconómico y de Género. FAO, Rome. 134 pp.

Geilfus F, 1997. 80 herramientas para el desarrollo rural participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. IICA. SAGAR, México.

Gil J, Espinosa Obispo N, 2005. Relaciones suelo-planta-animal en sistemas silvopastoriles. Revista Digital del Centro Nacional de Investigadores Agropecurios de Venezuela.

Giraldo LA, Botero J, Saldarriega J y David P, 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural en la región atlántica de Colombia. *Agroforestería en las Américas*. Año 2, Nº 8, p. 14.

Gómez CH, Carmona MI, Pinto RR, Medina JF, Tirado GL, 2006. Curso-Taller "Aprovechamiento Integral de los recursos forrajeros disponibles". Informe de trabajo SEMARNAT-CONANP. Universidad Autónoma de Chiapas. Chipas. México, 18 pp.

Halliday J, 1984. Pastos y forrajes en Guatemala su manejo y su utilización base de la producción animal. Ed. G. Ey. Guatemala, Universidad de San Carlos, 317 pp.

Harvey CA, Haber WA, 1999. Remnant trees and conservation of biodiversity in Costa Rica. Ecological Applications 10 (1): 155-173.

Haydock KP, Shaw NH, 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15: 663-670.

Ibrahim M, 1994. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures for sustainable production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Tesis Ph.D., Wageningen, Holanda, Wageningen Agricultural University, 129 pp.

Jackson ML, 1967. Physiological Effects of soil Acidity and Living. 1967. R. W. Pearson & F. Adams (Eds). Agron. No. 12 Amer. Soc. Agron. Publ. Madison, Wisconsin, USA. 147 pp.

Jackson ML, 1969. Soil Chemical Análisis. Advanced Course. 5th Editions. University of Winsconsin. Madison, Wisconsin, p. 83-110.

Juárez LF, 2002. Evaluación de gramíneas forrajeras tropicales para bovinos. INIFAP. México. http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse1/minisite/pdf/5/evaluaci%c3%a0n%20%20nutricional%20de%20gram%c3%96neas%20forrajeras%20tropicales%e2%80%a6.pdf

León MR, 1982. Estudio de la adaptabilidad y persistencia de *Brachiaria brizantha* al pastoreo de bovinos, en Las Yaguas. FONAIAP. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. El Cují. http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd58/brachiariab.html

López F, Gómez R, López M, Harvey C, Sinclair F, 2004. Toma de decisiones de los productores ganaderos sobre el manejo de los árboles en potreros en Matiguás, Nicaragua. Encuentro 67: 80-93. Agroforestería de las Americas.

López F, 2007. Cobertura arbórea y rentabilidad de fincas ganaderas en Rivas y Maniguas, Nicaragua. Revista Agroforestería en las Américas 45(68): 109-116. www.catie.ac.cr/revistas/

Mannetje L'T, 1978. Measuring biomass of grassland vegetation. In: Mannetje, L.'T. y R.M. Jones (eds.) "Field and laboratory methods for grassland and animal production research". Cambridge: CAB. p. 151-178.

Páez A, González ME, Pereira N, 1994. Comportamiento de *Panicum maximun* en condiciones de sombreado y de luz solar total. Efecto de la intensidad de corte. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 11: 25-42.

Paredes A, 1982. Análisis preliminar sobre producción, distribución y valor nutritivo de la materia seca de triticales como suplemento forrajero de verano. 59 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Agronomía, Valdivia, Chile.

Pérez SE, 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, p. 48-92.

Pérez D, 1988. *Bracharia brizantha*: Interesante gramínea forrajera. Información Express. Pastos y Forrajes (Cuba), p. 22-27.

Pietrosemoli S, Faria GF, Villalobos N, 1995. Respuesta del pasto *Brachiaria brizantha* a la fertilización nitrogenada. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Venezuela.

Pizzio RM, 2001. Caracterización y uso del recAurso forrajero de la unidad experimental de cría vacuna de la EEA Mercedes. Día de Campo. 10º Aniversario Unidad Experimental de Cría Vacuna. EEA INTA Mercedes, Corrientes: 6-13.

PROY-NOM-021-RECNAT, 2000. Norma Mexicana NMX-AA-091-1987 Calidad del Suelo - Terminología. Soil Quality -Terminology. 23-07-87. http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMX-AA-091-1987.pdf

Quintero B, Clavero T, Rincón C, Villar A, Febres O, 1995. Efecto de los factores climáticos y altura de corte sobre el valor nutritivo y la producción de materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum Schum*. Cv. Mott). Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia, 12: 81-94.

Ramírez JL, Leonard I, López Y, 2004. Efecto de la edad de rebrote en el valor nutritivo de dos especies de pastos tropicales. Vol. 3. No. 4. Abril. http://www.Visionveterinaria.com/art189.htm.

Ricci R, Toranzos M,1998. Índice de calidad de cuatro gramíneas tropicales en cuatro estados fenológicos. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Tucuman.

Riesco A, Ara M, 1994. Perspectivas de la Integración de Sistemas Agrosilvipastoriles. In: J. M. Toledo (ed.). Biodiversidad y Desarrollo Sostenible de la Amazonía en una Economía de Mercado. Memoria del Seminario - Taller, Pulcapa. Gobierno Regional de Ucayali, Pullpa, Perú, p. 83-107.

Ruiz AF, Gómez R, Harvey AC, 2005. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás, Nicaragua. TROPITECNICA-NITLAPAN Departamento de Agricultura y Agroforestería. Turrialba, CR, CATIE, 40 pp.

SAGARPA-PROGAN-SIEA, 2003. Sistema de infamación agropecuaria de consulta. www.siea.sagarpa.gob.mx/siacon

SAS Institute Inc, 2000. SAS Procedures Guide Version C. Third Edition, CARY, NC, 205 p.

Souza de Abreu, Ibrahim MH, Harvey M, Jiménez F, 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 7(26): 53-56.

SEMARNAT, 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Selva el Ocote. 1ª edición. México, 220 pp.

Serrano EA,1991. Sustainability of pastures replacing forests in the Latin American humid tropics: The Brazilian Experience. *In* DESFIL humid tropical lowlands conference. Panama City, Pan [Conference].

Sin Clair, J., T. Shiraiwa S, Hammer. 1992. Variation in crop radiation use efficiency with increased diffuse radiation. Crop Science 32: 1281-1284.

Smetham ML, 1981. En "Las pasturas y sus plantas". Langer R. H. M. Ed. Hemisferio Sur. Cap. 7. 213 pp.

Somarriba E, 1988. Pasture and floristic composition under the shade of guava (*Psidium guajava* L.) trees in Costa Rica. Agroforestry Systems 6: 153-162.

Subramanian V, Venkates K, Warlu S, Maheswari M, Narayana M, Reddy M, 1993. Influence of solar radiation and vapour pressure deficit on transpiration efficiency of rainfed sorghum. J. Agronomy & Crops Sciece. 171, 336-342.

Toledo VM, 2005. Repensar la conservación ¿áreas naturales protegidas o estrategia bioregional?. Gaceta Ecológica. Instituto Nacional de ecología México. 77: 67-83.

Van Soest JP, Wine RH, 1985. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. LV. Determination of plant cell wall constituents. J. of the A.O.A.C. 50: 50.

Vela F, 2001. Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. En: María Luisa Tarrés (coord.) Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social. Porrúa y FLACSO. México, p. 63-95.

Villacís J, Harvey CA, Ibrahim M, Villanueva C, 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. Agroforestería en las Américas, 10(39- 40): 17-23.

Villanueva C, 2001. Ganadería y beneficios de los sistemas silvopastoriles en la cuenca alta del río virilla, San José, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE, 107 pp.

Villanueva C, Ibrahim M, Harvey CA, Muñoz D, 2003. Estudio de las decisiones claves que influyen sobre la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10 (39-40): 69-77.

Zamora S, García J, Bonilla G, Aguilar H, Harvey CA, Ibrahim M, 2001. Principales especies arbóreas presentes en el sistema de árboles dispersos en diferentes estudios realizados en Costa Rica, Nicaragua y Panamá. Agroforestería en las Américas 8(31): 31-38.

(Aceptado para publicación el 19 de noviembre de 2012)

¿Conocimiento, medio ambiente o salud? Una investigación sobre los determinantes del consumo de alimentos ecológicos en España

B. López-Galán*, A. Gracia*,1 y J. Barreiro-Hurle**,2

* Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Gobierno de Aragón, Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza

** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Via delle Terme di Caracalla, 00159 Roma (Italia)

Resumen

El objetivo de este estudio es determinar los factores que influyen en la intención de compra de alimentos ecológicos de los consumidores españoles. Para ello se ha especificado un modelo de intención de compra basado en la Teoría del Comportamiento Planeado de Ajzen al que se ha añadido el nivel de conocimiento sobre los alimentos ecológicos y la preocupación por la salud y el medioambiente como factores determinantes de la intención de compra. Para estimar el modelo se ha especificado un modelo Probit ordenado bivariante con datos obtenidos mediante un cuestionario a consumidores de dos ciudades españolas. Los resultados indican que el nivel de conocimiento de los consumidores sobre los alimentos ecológicos es el principal factor que influye en la intención de compra seguido por la actitud favorable hacia la compra de estos productos y por el control que los consumidores creen tener en sus decisiones de compra. Sin embargo, las normas subjetivas y la preocupación por la salud y el medioambiente no parecen influir en la intención de comprar alimentos ecológicos. Se puede afirmar por tanto que existe un segmento de consumidores potenciales de alimentos ecológicos que puede ampliarse si se logra incrementar el nivel de conocimiento de los consumidores sobre estos productos. Finalmente se constata que el conocimiento sobre los alimentos ecológicos está positivamente relacionado con el nivel de renta, de estudios y con una mayor conciencia medioambiental de los individuos.

Palabras clave: Intención de compra, Probit ordenado bivariante, Andalucía y Aragón.

Abstract

Knowledge, environment or health? Investigating the factors that explain organic food consumption in Spain

The aim of the paper is to analyse the factors that determine Spanish consumers' intention to purchase organic food. Then, an intention to purchase model based on the Theory of Planned Action (Ajzen) has been specified taking into account also other factors such as organic food knowledge and consumers' concerns on health and environment. An ordered bivariate Probit model has been estimated with information from a personal survey conducted to consumers in two Spanish regions. Results indicate that consumers' knowledge about organic food followed by consumers' attitudes towards the purchase and the individuals perceived behavioural control are the main factors determining consumers' intention

1. E-mail: agracia@aragon.es

2. E-mail: Jesus.barreirohurle@gmail.com

Las opiniones vertidas en este artículo son únicamente de los autores y no representan la posición oficial de la FAO.

to purchase organic food. However, neither social norms nor consumers' concerns on health and environment affect the intention to purchase organic food. A segment of potential consumers of organic food products have been detected and the size of the segment could be increased if consumers' knowledge about organic food increases. Finally, organic knowledge is positively related to the income and education level and to the consumers' environmental consciousness.

Key words: Intention to purchase, ordered bivariate Probit, Andalucía y Aragón.

Introducción

El sistema agroalimentario en España está inmerso en un proceso de continuo cambio motivado tanto por factores estructurales del sistema productivo como por cambios en los gustos y preferencias del consumidor. En este contexto se enmarca el despegue de la agricultura ecológica que ha sido apoyada por las autoridades europeas y nacionales como estrategia para disminuir los efectos negativos de la producción agraria en el medio ambiente y aumentar la renta de los agricultores. Así mismo los consumidores ven, en mayor o menor medida, los productos de agricultura ecológica como una vía para obtener beneficios privados (alimentos más sanos y seguros) y públicos (bienestar animal y protección del medioambiente). No obstante, estos beneficios no parecen compensar del todo a los consumidores puesto que consideran que el principal limitante para aumentar el consumo de alimentos ecológicos es el elevado precio (MAGRAMA, 2007 y 2010).

La agricultura ecológica se define como un sistema de producción que integra en su gestión aspectos sociales, económicos y medioambientales (Lampkin, *et al.*, 1999; IFOAM, 2008) buscando el beneficio para todos los agentes implicados. Este sistema se aplica no sólo a nivel de explotación sino también en todos los eslabones de la cadena de producción de alimentos destinados al consumo humano.

La reforma de la PAC de 1992 proporcionó el marco para el desarrollo de la política de agricultura ecológica actual de la Comunidad Europea, al instaurar como programa agroambiental (Reglamento CEE 2078/92)[3] el fomento de la agricultura ecológica tanto desde el lado de la producción, con pagos indirectos a los agricultores, como de la demanda, con la promoción del mercado de alimentos ecológicos (Lampkin, 2002). En el año 1991 se aprobó el Reglamento CEE-2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios que determina lo que la Comunidad Europea entenderá como agricultura ecológica, aunque sólo en su vertiente vegetal. Con el transcurso del tiempo esta regulación ha sufrido una serie de modificaciones que han culminado con la aprobación en el año 2007 del nuevo reglamento del Consejo para la producción y el etiquetado de productos ecológicos que entró en vigor el 1 de enero del 2009[4] (Reglamento CEE-834/

3. Reglamento CEE Nº 2078/92 del Consejo de 30 de junio de 1992, sobre métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de la protección del medioambiente y la conservación del espacio natural.

4. Posteriormente se realizaron extensiones sobre la importación de productos ecológicos procedentes de terceros países (Reglamento CE 1235/2008) y producción de levadura ecológica (Reglamento CE 1254/2008), ambas aplicables a partir del 1 de enero de 2009.

2007), a excepción de algunas disposiciones sobre etiquetado[5] que lo harían el 1 de julio de 2010 (Reglamento CE-967/2008). Su ámbito de aplicación es amplio, desde la producción de materias primas para el consumo humano y piensos hasta los alimentos transformados, tanto de origen vegetal como animal, incluyendo la acuicultura, pasando por el material de reproducción vegetativa y las semillas para el cultivo. Esta norma establece que un producto alimenticio podrá llevar el logotipo de agricultura ecológica si al menos el 95% de sus ingredientes es de origen agrario ecológico, no contiene Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en todas las etapas de la cadena de producción y cumplen rigurosamente las normas de bienestar animal en su producción[6].

Los esfuerzos de las autoridades europeas para promocionar la agricultura ecológica han ido acompañados, en el caso español, por las diferentes acciones recogidas en el *Plan Integral de Actuaciones para el Fomento de la Agricultura Ecológica 2007-2010* establecido por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente (MAGRAMA, 2006).

Sin embargo, los incentivos para desarrollar el sistema de producción ecológico han resultado ser más efectivos en la oferta que en la demanda de productos agroalimentarios ecológicos. En España, la superficie agrícola ecológica representó el 5,8% de la superficie agraria utilizable total en 2010 y el valor de la producción agraria ecológica pasó de 100 millones de euros en 2000 a 650 millones de euros en 2009 (MAGRAMA, 2010). En cambio, en el año 2010 los consumidores españoles gastaron en alimentos ecológicos apenas el 1,8% del gasto total en alimentación[7] (MAGRAMA, 2011). Esta diferencia entre la oferta y la demanda se puede entender en parte por la considerable proporción de la producción ecológica que se exporta a los países europeos (44%), con mayor consumo de alimentos ecológicos. Por otro lado, la demanda interna ha disminuido en un 6% entre el 2008 y 2010 probablemente a consecuencia de la crisis, contrario a lo ocurrido en otros países europeos.

Por lo tanto, la menor demanda de alimentos ecológicos en España que en el resto de países de su entorno pone de manifiesto la necesidad de analizar el consumo de alimentos ecológicos en España, que es precisamente el objetivo principal de este estudio. En particular, se estudia la intención de compra de alimentos ecológicos de los consumidores españoles. Para alcanzar este objetivo se especificó un modelo de intención de compra de alimentos ecológicos basado en la Teoría del Comportamiento Planeado de Ajzen (1991) que fue estimado con los datos obtenidos mediante entrevistas personales realizadas a compradores habituales de alimentos que residen en dos grandes ciudades de las comunidades autónomas de Andalucía y Aragón (España), representativas por sus niveles de consumo de alimentos orgánicos muy similares a la media nacional.

El resto del presente trabajo se ha estructurado de la siguiente manera. El siguiente apar-

5. Cambio de logo de agricultura ecológica en la UE.

6. Basados en la Directiva 98/ 58 CE del Consejo de 1999 en la que se establecen las normas mínimas de protección de los animales en las explotaciones ganaderas (Directiva 98/58/CE). En España, la normativa general básica sobre protección de los animales en las explotaciones ganaderas es Real Decreto 348/2000 (Modificado por RD 441/01) que incluye los principios de estabulación, comida, agua y cuidados adecuados a las necesidades fisiológicas y etológicas de los animales (Real Decreto 348/2000).

7. A partir de los datos del panel de consumo alimentario del MAGRAMA en el que se incluyen 3 categorías de alimentos ecológicos: aceite de oliva, verduras y frutas frescas y huevos.

tado ofrece la metodología y el apartado 3 describe la obtención de los datos, la definición de las variables y la especificación del modelo. El apartado 4 presenta los resultados y finalmente se recogen las principales conclusiones y recomendaciones.

Metodología

Antecedentes

El comportamiento del consumidor de alimentos ecológicos ha sido analizado en numerosos estudios empíricos tanto en España, como en Europa y otros países. Entre los más recientes llevados a cabo fuera de España se pueden citar: Michaelidou y Hassan (2010), Ness *et al.* (2010), Pieniak *et al.* (2010), Smith y Paladino (2010), Zander y Hamm (2010), Van Doorn y Verhoef (2011) y Zagata (2012) para Europa y, Brooks y Lusk (2010), Nie y Zepeda (2011), y Van Loo *et al.* (2011) para otros países.

En España también se han llevado a cabo numerosos estudios sobre el comportamiento del consumidor de alimentos ecológicos (ver tabla 1) cuyos principales hallazgos se pueden resumir en tres aspectos. Primero, la mayoría de los estudios concluyen que un estilo de vida saludable y una mayor conciencia medioambiental de los ciudadanos son los principales factores que motivan el consumo de alimentos ecológicos. Por el contrario, el precio se ha revelado como el principal aspecto que desincentiva su consumo. Segundo, las actitudes (hacia los alimentos ecológicos o hacia la compra de estos) así como el control percibido sobre las decisiones de compra determinan la intención de compra, y por lo tanto, el comportamiento de compra de los alimentos ecológicos. Finalmente, se detecta una disposición a pagar adicional por los alimentos ecológicos con respecto al precio de sus equivalentes convencionales.

Formulación del modelo

Los elementos que motivan la decisión de compra del consumidor han sido ampliamente estudiados mediante diferentes modelos de decisión basados en teorías del comportamiento humano. En este sentido, una de las teorías más utilizadas ha sido la Teoría del Comportamiento Planeado (TCP) de Ajzen (1991).

La TCP ha sido aplicada en diferentes campos del análisis del comportamiento del consumidor desde el consumo de alimentos frescos convencionales (Verbeke y Vackier, 2005; Tuu *et al.*, 2008; Menozzi y Mora, 2012), la relación cliente-empresa (De Cannière *et al.*, 2009), los servicios hosteleros y de restauración (Cheng *et al.*, 2005), los alimentos preparados y para llevar (Mahon *et al*., 2006; Dunn et al., 2011), el consumo de alimentos en situaciones de crisis alimentarias (Lobb *et al*., 2007) así como para los alimentos ecológicos (Chen, 2007; Gracia y de Magistris, 2007; Arvola *et al*., 2008; Gracia et al., 2010; Ruiz de Maya *et al*., 2011). La mayoría de los estudios para los alimentos ecológicos concluyen que las actitudes hacia la compra es el factor más influyente en la intención de compra de alimentos ecológicos, seguido del control sobre sus propias decisiones de compra. Sin embargo, los resultados sobre las normas subjetivas en la intención de compra han sido muy diversos. En algunos casos se concluye que las normas subjetivas ejercen un influencia positiva, en otros negativa y en algunos que no influyen en la intención de compra de alimentos ecológicos (Chen, 2007; Lobb *et al*., 2007; Tuu *et al.*, 2008; Vermeir y Verbeke, 2008; Gracia *et al*., 2010; Ruiz de Maya *et al.*, 2011).

Ajzen (1991) plantea en su Teoría del Comportamiento Planeado que un individuo puede mostrar un determinado comportamiento en función de cuanto esfuerzo esté dispuesto a ejercer para actuar de tal manera. No obstante, advierte que dependiendo del tema a

Tabla 1. Estudios sobre el comportamiento del consumidor de productos ecológicos en España
Table 1. Literature rewiew on organic food consumer behaviour

No.	Referencia	Producto Ecológico	Región España	Principales factores que influyen en el consumo de alimentos ecológicos
1	Gil *et al.* (2000)	Hortalizas, patatas, cereales, frutas, huevos, pollo y carnes rojas	Madrid Navarra	La preocupación por una *dieta saludable* y la *degradación medioambiental* son factores que determinan la decisión de compra y la disposición a pagar por los alimentos ecológicos.
2	Brugarolas y Rivera (2002)	N/E	Comunidad Valenciana	El *precio*, la *preocupación por la salud* y el *medioambiente* son factores que influyen en la decisión de compra de alimentos ecológicos.
3	Sánchez *et al.* (2002)	Frutas y Hortalizas	Navarra	El *origen*, el *precio*, los *hábitos alimenticios* y los *estilos de vida* influyen en la decisión de compra de alimentos ecológicos.
4	Fraj y Martínez, (2004)	N/E	Aragón	Los consumidores que tienen un *estilo de vida ecológico* (*preocupados por el medioambiente* e involucrados en actividades que ayudan a preservarlo) son los que más valoran los productos ecológicos.
5	Brugarolas *et al.* (2005)	Vino	Alicante	Los consumidores con un *estilo de vida saludable* muestran la mayor disposición a pagar un sobreprecio por un vino ecológico.
6	Aldanondo-Ochoa y Almansa-Sáez, (2006)	Leche	Navarra	La decisión de compra está determinada por *aspectos* relacionados con la *salud y el medioambiente*.
7	Ureña *et al*. (2008)	Cítricos, lácteos, hortalizas y tubérculos, jamón, nueces, plantas aromáticas	Castilla-La Mancha	El *género* parece diferenciar tanto la disposición a pagar como las actitudes positivas hacia la compra y consumo de alimentos ecológicos. Aunque las mujeres muestran una mejor actitud hacia la compra y el consumo de alimentos ecológicos (determinadas por su *estilo de vida*), los hombres presentan la mayor disposición a pagar.

Tabla 1. Estudios sobre el comportamiento del consumidor de productos ecológicos en España (continuación)
Table 1. Literature rewiew on organic food consumer behaviour (continuation)

No.	Referencia	Producto Ecológico	Región España	Principales factores que influyen en el consumo de alimentos ecológicos
8	Briz y Ward, (2009)	N/E	Cataluña, Aragón, Sur, Centro, Noroeste, Norte Centro y Canarias	Una mayor *conciencia ecológica* determina una mayor probabilidad de compra de alimentos ecológicos. La conciencia ecológica está determinada por *las características sociodemográficas* (renta, nivel de estudios)*, la percepción del precio y el conocimiento de los alimentos enriquecidos*.
9	Gracia *et al*. (2010)	N/E	Zaragoza Córdoba	La *intención de compra* y el *conocimiento* que dicen tener los consumidores influye en la decisión de compra de los alimentos ecológicos. El conocimiento está determinado por un *estilo de vida saludable*.
10	Mesías *et al.* (2011)	Huevos	Murcia Extremadura	Una de las características preferidas por los consumidores de huevos es el *origen ecológico* aunque el *precio* es el atributo más valorado.
11	Mesías *et al.* (2011) y (2012)	Tomate	Murcia Extremadura	El precio y la falta de información y conocimiento sobre los productos ecológicos son los principales limitantes del consumo de estos productos.
12	Ruiz de Maya *et al*. (2011)	Salsa de Tomate y Tomate Fresco	Murcia	En España, las *actitudes* influyen más sobre las decisiones de compra que las *normas subjetivas* y en menor medida el *control sobre las decisiones de compra percibidas* por el consumidor.
13	Akaichi *et al.* (2010)	Leche	Cataluña	La salud, el precio, el sabor y la falta de información sobre los alimentos ecológicos son los factores que influyen en la disposición a pagar por leche ecológica.

Nota: N/E No Especificado. Analizan los alimentos ecológicos en general.

investigar la intención puede no ser del todo eficiente en la predicción del comportamiento. Así pues, en la TCP tanto la intención a actuar como la percepción de facilidad o dificultad para actuar (control del comportamiento percibido) tienen en conjunto un mayor poder predictivo del comportamiento finalmente efectuado por el individuo. Estos elementos predictores se encuentran precedidos por otros aspectos motivadores. En particular, la intención de actuar es motivada por la interacción de las actitudes hacia el comportamiento, las normas subjetivas y por el mismo control del comportamiento percibido.

Las actitudes hacia el comportamiento están referidas a la evaluación positiva o negativa del individuo sobre el comportamiento en cuestión y se basan en las características del objeto del comportamiento. Estas actitudes positivas o negativas se forman a partir de las creencias del individuo sobre las posibles consecuencias positivas o negativas que implica efectuar el comportamiento, por lo que la relación con la intención es directamente proporcional. Si un individuo muestra una actitud positiva hacia un determinado comportamiento más fuerte será su intención de llevarlo a cabo.

Por otro lado, las normas subjetivas se refieren a la presión social que un individuo percibe de una persona o grupo de personas y que finalmente influye en sus decisiones finales. Esta presión social se forma a partir de las creencias normativas del individuo, es decir de la percepción de aprobación o desaprobación para que ejecute o no el comportamiento en cuestión y de la propia motivación para actuar. Ajzen señala la importancia de diferenciar entre las normas subjetivas y las normas morales, refiriéndose estas últimas a la evaluación fundamentada en la obligación moral o responsabilidad del individuo para efectuar o rechazar el comportamiento.

Por último, el control sobre el comportamiento percibido por el individuo mide la facilidad o la dificultad percibida para actuar de determinada forma. Esta percepción se crea a partir de las experiencias anteriores del individuo y de personas relevantes, o de la información obtenida de segundas personas sobre el comportamiento en cuestión. Por lo que la percepción de mayores posibilidades de realización y el reconocimiento de pocos impedimentos favorecerán la percepción de mayor control sobre el comportamiento.

Por otro lado, algunos estudios han concluido que estos tres factores tienen un bajo poder explicativo de la intención de compra para los productos ecológicos, poniendo de manifiesto que el modelo básico de la TCP debería ser ampliado con la introducción de factores adicionales que expliquen la intención de compra (Arvola *et al*., 2008; Tuu *et al.*, 2008; Vermeir y Verbeke, 2008). En concreto, han demostrado que si las actitudes se consideran como un elemento compuesto tanto por aspectos cognitivos como afectivos, el poder predictivo de los modelos de comportamiento puede mejorarse. Así mismo, los expertos destacan la importancia de incluir aspectos de carácter más personal o individual ya que las normas subjetivas son de carácter más grupal, como por ejemplo las normas morales, personales y/o obligaciones morales de los individuos. Estos aspectos son relativos al tipo de alimento que se esté analizando y se pueden citar a modo de ejemplo, la preocupación por la salud, por el medioambiente, temas religiosos, etc.

En la actualidad, los consumidores están cada día más preocupados por la salud, y en particular por el efecto de la alimentación en su estado de salud debido en parte a las diferentes crisis alimentarias (encefalopatía espongiforme bovina, gripe aviar, salmonella, anasakis, etc.), a las diferentes enfermedades ocasionadas por los actuales hábitos alimenticios (obesidad mórbida, diabetes, hipertensión, etc.) y a la escasa actividad física. Esta preocupación por la salud ha mostrado

tener una influencia positiva y directa en la intención de compra de alimentos ecológicos (Gracia y de Magistris, 2007; Lobb *et al.*, 2007; Gracia y de Magistris, 2008; Gracia *et al*., 2010; Smith y Paladino, 2010; Nie y Zepeda, 2011). Así mismo, el comportamiento de compra de los alimentos ecológicos también se ve influenciado positivamente por la preocupación de los individuos por el medioambiente (Honkanen *et al*., 2006; Gracia y de Magistris, 2008).

Además, numerosos estudios han analizado la influencia del conocimiento sobre los alimentos ecológicos en las decisiones de compra de estos alimentos, cuyos resultados han revelado que el conocimiento influye positivamente en la formación de actitudes favorables hacia los alimentos ecológicos. Sin embargo, si se tienen en cuenta aspectos culturales, el conocimiento deja de influir en la intención de compra (Yin *et al*., 2010). Por otra parte, si bien la relación entre el conocimiento y la decisión de compra es positiva, esta relación cambia una vez que se ha alcanzado un nivel moderado de conocimiento (Briz y Ward, 2009). A la hora de medir el conocimiento sobre los alimentos ecológicos se pueden utilizar dos enfoques: conocimiento objetivo y subjetivo. El conocimiento subjetivo se refiere al conocimiento que los entrevistados declaran tener y el objetivo recoge el conocimiento real que tienen sobre los alimentos ecológicos (Pieniak *et al.*, 2010). El conocimiento subjetivo ha sido el más utilizado en los estudios empíricos. Además, Pieniak *et al*., (2010) que incluyen ambos tipos de conocimiento, concluyen que sólo el conocimiento subjetivo influye en las decisiones de compra de alimentos ecológicos.

Finalmente, algunas características sociodemográficas y económicas de los consumidores también han sido identificados como factores explicativos de la decisión de comprar alimentos ecológicos. Estos estudios indican que el nivel de renta, la edad, el nivel de educación y el tamaño del hogar son las características que resultaron significativas, de tal manera que los consumidores de mayor edad, con mayor nivel de renta y estudios y que viven en hogares de menor tamaño son más propensos a comprar alimentos ecológicos (Canavari *et al*., 2005; Gracia y de Magistris, 2007). La hipótesis que se propone en este estudio es que las características sociodemográficas y económicas influyen indirectamente en la intención de compra a través de su efecto directo en el nivel de conocimiento.

Además, los hábitos relacionados con la salud y el medioambiente también se han identificado como factores explicativos de la decisión de compra de alimentos ecológicos (Fraj y Martínez, 2004; Padel y Foster, 2005; Aldanondo-Ochoa y Almansa-Sáez, 2006; Gracia y de Magistris, 2007). En concreto, aquellos individuos que realizan actividades que contribuyen a la conservación del medioambiente y tienen hábitos alimenticios más saludables tienen mayor probabilidad de consumir alimentos ecológicos. En el modelo se ha considerado que los hábitos relacionados con la salud y el medioambiente influyen indirectamente en la intención de compra a través del nivel de conocimiento sobre los alimentos ecológicos.

De esta manera, basados en lo descrito anteriormente, se ha especificado el siguiente modelo de intención de compra de alimentos ecológicos (Gráfico 1)[8].

8. Ajzen (1991) establece que finalmente la intención de compra es la que determina el comportamiento de compra final. En el gráfico 1 no ha sido incluida esta última relación al no haber sido analizada empíricamente

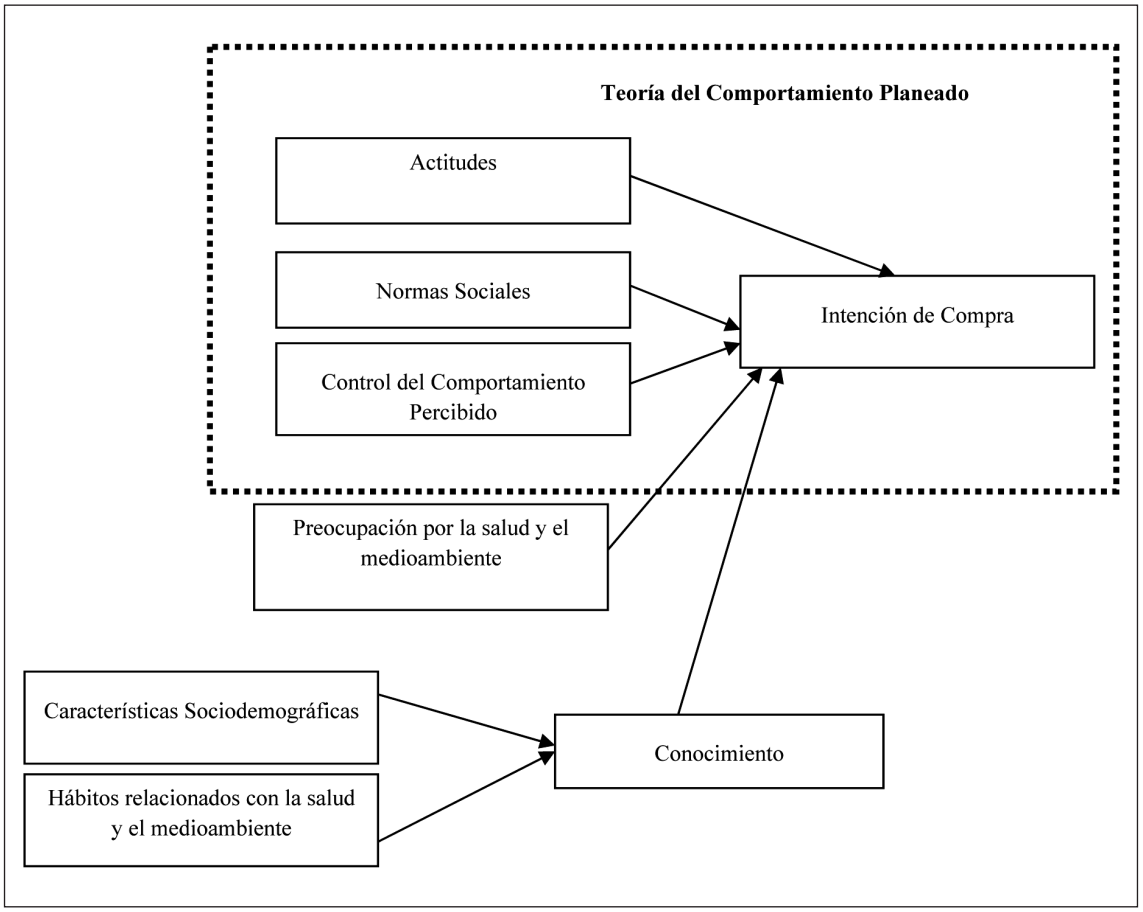


Grafico 1. Especificación del modelo de intención de compra de alimentos ecológicos.
Figure 1. Model specification for the intention to purchase organic food.

Materiales y métodos

Fuente de datos

Los datos se obtuvieron mediante entrevistas personales dirigidas a una muestra representativa de compradores de alimentos residentes en las ciudades de Córdoba y Zaragoza llevada a cabo durante el mes de enero de 2009. En primer lugar, se seleccionaron las Comunidades Autónomas de Andalucía y Aragón, por situarse en el Sur y Norte de España respectivamente, y por presentar un consumo per cápita de alimentos ecológicos superiores a la media nacional. En España, el consumo medio per cápita en 2010 de aceite de oliva, verduras y frutas frescas y huevos ecológicos ascendía a 30,9 kg, mientras que en Andalucía y Aragón superan esa media alcanzando los 35,6 y 36 kg, respectivamente (MAGRAMA, 2011). A continuación se seleccionaron Córdoba y Zaragoza por ser ciudades similares en cuanto al número de habitantes y con características demográficas parecidas a las de la media nacional (ver tabla A1 del Anejo).

Las entrevistas se realizaron en persona por entrevistadores profesionales utilizando un cuestionario estructurado que fue aplicado a personas seleccionadas aleatoriamente. Los entrevistados fueron abordados a las afueras de un número representativo de tiendas y supermercados en los diferentes distritos de ambas ciudades. Las entrevistas fueron realizadas de lunes a sábado a diferentes horas del día.

El tamaño muestral se determinó considerando un muestreo aleatorio estratificado por distritos postales y edades, con afijación que se procuró fuese proporcional al número de personas en cada estrato de cada ciudad. Teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95,5% (k = 2), un p y q iguales a 0,5 en una población infinita y un error muestral del ± 5%, se determinó un tamaño muestral de 400 entrevistas en cada una de las ciudades realizándose finalmente 403 entrevistas en la ciudad de Córdoba y 400 en la ciudad de Zaragoza, siendo el tamaño final de la muestra total de 803 individuos.

Como la población objeto de estudio eran compradores de alimentos, el cuestionario se iniciaba con una pregunta filtro relativa a la frecuencia de compra de alimentos (nunca, rara vez, algunas veces, casi siempre y siempre). Los entrevistados que afirmaban que nunca realizan las compras de alimentos para el hogar no eran entrevistados. Por lo tanto, la muestra final de 803 entrevistados corresponde con personas que al menos rara vez realizan la compra de alimentos para el hogar. A continuación se presentaba una serie de preguntas sobre el conocimiento de los alimentos ecológicos y la intención de compra de los mismos. En concreto, se les preguntó el nivel de conocimiento que creen tener sobre los alimentos ecológicos en tres niveles (Bajo, Medio, Alto) y si creían que en el futuro comprarían alimentos ecológicos (Tabla 2). Esta última pregunta se formuló siguiendo otros estudios realizados sobre la intención de compra de alimentos (Cook *et al*., 2002; Mahon *et al*., 2006; Chen, 2008).

El tercer bloque de preguntas lo forman las preguntas sobre las actitudes hacia la compra, las normas subjetivas y el control percibido sobre la compra de alimentos ecológicos. Para ello, se pidió al entrevistado el grado de acuerdo o desacuerdo en una escala de Likert de uno (Totalmente en desacuerdo) a cinco (Totalmente de acuerdo) con una serie de afirmaciones utilizadas previamente para analizar la intención de compra de alimentos por Bredahl (2001) y Chen (2007 y 2008) (Tabla 2). Finalmente, se cuestionan diferentes características sociodemográficas, económicas y personales de los individuos como su preocupación por la salud y el medioambiente, sus hábitos relacionados con la salud y el medioambiente (Tabla 3). Previo a la realización de la encuesta se llevó a cabo una prueba piloto del cuestionario entrevistando personalmente a 20 individuos en cada ciudad, lo que permitió analizar la comprensión de las preguntas del cuestionario tanto de los entrevistadores como de los entrevistados.

Modelo Probit Ordenado Bivariante

En el modelo de intención de compra de alimentos ecológicos planteado en el gráfico 1 hay dos variables endógenas, intención de compra y conocimiento, que dependen de un conjunto de variables exógenas o explicativas. Como se observa en la tabla 2, las dos variables endógenas son discretas y ordenadas por lo que se ha especificado un modelo Probit ordenado bivariante.

El modelo Probit ordenado bivariante asume la existencia de 2 variables latentes y_1^* y y_2^* determinadas por:

$$y_{1i}^* = x_{1i}^{'}\beta_1 + \varepsilon_{1i,}$$
$$y_{2i}^* = x_{2i}^{'}\beta_2 + \gamma y_{1i}^* + \varepsilon_{2i}$$

donde β_1, β_2 y γ son los parámetros desconocidos a estimar, x_{1i} y x_{2i} el conjunto de va-

riables explicativas, ε_1 y ε_2 los términos de error, y el subíndice denota las observaciones individuales. Las variables explicativas del modelo satisfacen las condiciones de exogeneidad tal que $E(x_{2i}\,\varepsilon_{2i}) = 0$.

Determinando que la probabilidad que $y_{1i} = j$ y $y_{2i} = k$ es:

$$\begin{aligned} Pr(y_{1i}=j, y_{2i}=k) = {} & \Phi_2(c_{1j} - x_{1i}'\beta_1, (c_{2k} - \gamma x_{1i}'\beta_1 - x_{2i}'\beta_2)\zeta, \tilde{\rho}) \\ & - \Phi_2(c_{1j-1} - x_{1i}'\beta_1, (c_{2k} - \gamma x_{1i}'\beta_1 - x_{2i}'\beta_2)\zeta, \tilde{\rho}) \\ & - \Phi_2(c_{1j} - x_{1i}'\beta_1, (c_{2k-1} - \gamma x_{1i}'\beta_1 - x_{2i}'\beta_2)\zeta, \tilde{\rho}) \\ & + \Phi_2(c_{1j-1} - x_{1i}'\beta_1, (c_{2k-1} - \gamma x_{1i}'\beta_1 - x_{2i}'\beta_2)\zeta, \tilde{\rho}) \end{aligned}$$

donde Φ_2 es la función de distribución normal estándar bivariante, siendo $\gamma = 0$ lo que simplifica el modelo de tal manera que $\zeta = 1$ y $\tilde{\rho} = 1$ (Sajaia, 2008).

En nuestro modelo, la primera ecuación es el Conocimiento (C) que se ha especificado de la siguiente manera:

$$C_i^* = \omega y_i + \xi_i \qquad [1]$$

donde y_i representa las variables sociodemográficas y los hábitos relacionados con la salud y el medioambiente y ξ_i, es el error distribuido normalmente $N(0, \sigma_\xi^2)$.

C_1^* no se observa directamente sino a través de tres niveles:

$$\begin{aligned} & C_i = 1 \quad si, \quad C_i^* \le \psi_1 \\ & C_i = 2 \quad si, \quad \psi_1 \le C_i^* \le \psi_2 \\ & C_i = 3 \quad si, \quad \psi_2 \le C_i^* \end{aligned} \qquad [2]$$

La segunda ecuación, Intención de Compra (IC), se ha especificado de la siguiente manera:

$$IC_i^* = \lambda C_i^* + \beta x_i + u_{i,} \qquad [3]$$

donde C_1^* es la variable Conocimiento sobre los alimentos ecológicos, x_i es un vector de las variables exógenas (actitudes hacia la compra, normas subjetivas, control de comportamiento percibido, preocupación por la salud y el medioambiente) y u_i es el error distribuido normalmente $N(0, \sigma_u^2)$.

IC_1^* es observada como una variable ordenada de 5 niveles:

$$\begin{aligned} & IC_i = 1 \quad si, \quad IC_i^* \le \tau_1 \\ & IC_i = 2 \quad si, \quad \tau_1 \le IC_i^* \le \tau_2 \\ & IC_i = 3 \quad si, \quad \tau_2 \le IC_i^* \le \tau_3 \\ & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ & IC_i = 5 \quad si, \quad \tau_4 \le IC_i^* \end{aligned} \qquad [4]$$

Si agrupamos la ecuación [1] y [3] en el sistema de ecuaciones [5] y suponemos que los (ξ_i y u_i) errores están correlacionados y tienen una distribución normal estándar bivariante $N(0, \Sigma)$, obtenemos un modelo Probit ordenado bivariante. Este modelo es estimado mediante máxima verosimilitud utilizando el procedimiento Bioprobit del paquete estadístico STATA /IC10.0 (Sajaia, 2008) con las variables definidas en las Tablas 2 y 3.

$$\begin{aligned} & C_i^* = \omega y_i + \xi_i \\ & IC_i^* = \lambda C_i^* + \beta x_i + u_i \end{aligned} \qquad [5]$$

Resultados y discusión

Caracterización de la muestra

Tal como se recoge en la tabla 3, algo más de la mitad de los entrevistados son mujeres (55%), con una edad media de 45 años y que viven en hogares compuestos por 3 miembros. La mayoría de los entrevistados (61%) afirman que la renta familiar oscila entre los 600 € y 2.500 € mensuales, considerado como el intervalo de rentas medias. Así mismo, el nivel educativo de los entrevistados se encuentra proporcionalmente repartido en los tres niveles considerados. Por último, el 18% de los hogares tienen niños menores de 6 años.

Tabla 2. Nombre y descripción de las variables del modelo de intención de compra de los alimentos ecológicos
Table 2. Definition of the variables in the intention to purchase organic food products

Variables	Nombre (Tipo)	Valor
Intención de compra		
En el futuro, ¿cree usted que compraría alimentos ecológicos?	INTENCIÓN (ordinal)	
1 = No		3,1%
2 = Probablemente No		9,7%
3 = No lo sé		28,5%
4 = Probablemente Sí		44,5%
5 = Sí		14,2%
Conocimiento		
¿Podría indicar el grado de conocimiento que tiene usted sobre los alimentos ecológicos?	CONOCE (ordinal)	
1 = Bajo		61,9%
2 = Medio		32,4%
3 = Alto		5,7%
Actitudes hacia la compra		
Creo que comprar alimentos ecológicos es bueno	BUENO (escala de Likert 1 a 5 puntos)	3,7
Estoy totalmente a favor de comprar alimentos ecológicos	FAVOR (escala de Likert 1 a 5 puntos)	3,1
Normas subjetivas		
Aquellas personas que son importantes para mí consideran que debería comprar alimentos ecológicos	PERIMP (escala de Likert 1 a 5 puntos)	2,7
Aquellas personas que influyen en mis decisiones consideran que debería comprar alimentos ecológicos	PERINFLU (escala de Likert 1 a 5 puntos)	2,5
Control Percibido del Comportamiento		
Si los alimentos ecológicos estuvieran disponibles en las tiendas no tendría inconveniente en comprarlos	NOINCONV (escala de Likert 1 a 5 puntos)	3,3

Tabla 3. Características sociodemográficas y personales de la muestra
Table 3. Sample socio-demographic and personal characteristics

	Tipo	Total
Edad del encuestado (media) (EDAD)	Continua	45,5
De 20 a 34 años		28,3%
De 35 a 50 años		31,1%
De 51 a 65 años		26,0%
Más de 65 años		14,6%
Tamaño Familiar (medio) (TF)	Continua	3,3
Composición Familiar: Hogares con niños menores de 6 años (NIÑOSMEN6)	Dummy 1 = si; 0 = no	18,2%
Renta Familiar		
Alta (> = 2.501 €/mes)		34,0%
Media (Entre 600 y 2.500 €/mes)		61,4%
Baja (< = 600 €/mes) (RBAJA)	Dummy 1 = si; 0 = no	4,6%
Nivel de Estudios del encuestado		
Primarios		25,8%
Medios		37,9%
Universitarios (UNIVERSITARIOS)	Dummy 1 = si; 0 = no	36,3%
Sexo del Encuestado		
Hombre		45,5%
Mujer (MUJER)	Dummy 1 = si ; 0 = no	54,5%

Tabla 3. Características sociodemográficas y personales de la muestra (continuación)
Table 3. Sample socio-demographic and personal characteristics (continuation)

	Tipo	Total
Hábitos relacionados con el medioambiente (media)		
Arrojo la basura en contenedores selectivos (SEPA_BASU)	Escala de Likert de 1 a 5	3,8
Consumo productos reciclados (CON_RECI)		2,5
Evito derrochar agua (NO_DER_AGUA)		4,0
Preocupación por la salud y el medioambiente (media)		
Me preocupo por mi salud (PREO_SALUD)	Escala de Likert de 1 a 5	4,3
Me preocupo por la salud de otros (PREO_SALUD_OTROS)		4,1
Me preocupa el deterioro del medioambiente (PREO_MEDIOAMB)		3,6
Me preocupa el alto consumo de energía de la sociedad actual (PREO_ENERGIA)		3,4
Me preocupa la eleva cantidad de residuos que generamos (PREO_RESIDUOS)		3,5
Me preocupa como se trata a los animales (PREO_ ANIMAL)		3,4
Hábitos relacionados con la salud		
¿Ha tenido usted o alguien de su familia problemas de salud relacionados con la	Dummy	
alimentación en los últimos meses? (PROB_SAL)	1 = si ;0 = no	23,4%
¿Realiza usted actividad física (deporte, caminar, etc) regularmente? (DEPORTE)	Dummy	
	1 = si ; 0 = no	54,7%
¿Usted Fuma? (FUMA)	Dummy	
	1 = si ; 0 = no	41,8%
¿Chequea su salud voluntariamente al menos una vez al año? (CHEQ_SAL)	Dummy	
	1 = si ; 0= no	53,7%

En cuanto a los hábitos relacionados con la salud, más de la mitad de los encuestados afirman que realizan algún tipo de actividad física (55%) y que chequean su salud al menos una vez al año (54%). Atendiendo a los hábitos relacionados con el medioambiente, los entrevistados se caracterizan por arrojar la basura en contenedores de recogida selectiva y evitar derrochar agua, sin embargo rara vez consumen productos reciclados. Finalmente se observa que los encuestados presentan mayor preocupación por la salud que por el medioambiente.

En cuanto a las variables objeto de estudio, intención de compra y conocimiento, el análisis descriptivo nos indica que el 45% de los entrevistados afirman que probablemente si comprarían alimentos ecológicos y el 14% que si los comprarían. Sin embargo, sólo el 3% de los entrevistados indica que no comprarían alimentos ecológicos. Por otro lado, la mayoría de los entrevistados (62%) creen tener un nivel de conocimiento sobre los alimentos ecológicos bajo, mientras que sólo el 6% creen que su nivel de conocimiento es alto.

Estimación del modelo

El modelo estimado final aparece en la tabla 4 y en él sólo se han incluido las variables explicativas que han resultado individual y conjuntamente significativas en la estimación.

Los Z-ratio y el test de Wald indican que las variables finalmente incluidas son individual y conjuntamente significativas. El valor de ρ ha resultado estadísticamente significativo al

Tabla 4. Estimación del modelo probit ordenado bivariante
Table 4. Estimations of the ordered bivariate probit model

Variable	Conocimiento Estimación	Z-ratio	Intención de Compra Estimación	Z-ratio
NIÑOSMEN6	-0,33	-3,52***		
RBAJA	-0,49	-2,04*		
UNIVERSITARIOS	0,22	2,53*		
SEPA-BASU	0,18	4,74***		
CON_RECI	0,14	3,33***		
CONOCE			0,80	5,32***
BUENO			0,37	7,05***
FAVOR			0,16	3,51***
NOINCONV			0,19	4,60***

N = 803

Test Wald $chi^2(5) = 85,13$

$Prob>chi^2 = 0$

Log Likelihood = -1380,79

ρ = -0,59 (Z-ratio = -3,95***)

* = p<0.05, ** = p<0.01, ***p = <0.001.

1% lo que indica que ambas ecuaciones están correlacionadas entre sí por lo que, efectivamente, es mejor estimarlas conjuntamente.

En primer lugar se observa que tres características sociodemográficas determinan el nivel de conocimiento de los alimentos ecológicos: NIÑOSMEN6, RBAJA y UNIVERSITARIOS. Por otro lado, los hábitos relacionados con el medioambiente, en concreto, dos actividades realizadas en el hogar para contribuir a la preservación del medioambiente determinan también este conocimiento: SEPA_BASU y CON_RECI. Las variables NIÑOSMEN6 y RBAJA resultaron negativas y significativas indicando que los hogares con niños menores de 6 años y de renta baja presentan menor probabilidad de tener un nivel de conocimiento sobre los alimentos ecológicos alto. Por el contrario, los entrevistados con estudios universitarios tienen una mayor probabilidad de tener un nivel de conocimiento sobre los alimentos ecológicos alto. Los coeficientes de las variables SEPA_BASU y CON_RECI resultaron positivos y significativos lo que indica que los entrevistados que acostumbran a separar la basura en contendores selectivos y a comprar productos reciclados tienen mayor probabilidad de que su nivel de conocimiento sobre los alimentos ecológicos sea alto.

En segundo lugar, como se esperaba, el nivel de conocimiento es un factor explicativo importante de la intención de compra de alimentos ecológicos. En efecto, la variable CONOCE tiene un coeficiente estimado positivo y estadísticamente significativo al 1% lo que indica que a medida que los individuos creen tener mayor nivel de conocimiento sobre los alimentos ecológicos aumenta su intención de comprar estos productos. Además, la actitud hacia la compra de alimentos ecológicos resultó ser un factor que influye en la intención de comprar este tipo de alimentos. En concreto, los coeficientes estimados de las variables BUENO y FAVOR resultaron positivos y estadísticamente significativos indicando que los entrevistados que afirman que la compra de alimentos ecológicos es buena y están a favor de comprar alimentos ecológicos muestran una mayor intención de compra. Resultados similares fueron obtenidos por Chen (2007), Lobb *et al.* (2007), Arvola *et al*. (2008), Vermeir y Verbeke (2008), Michaelidou y Hassan (2010) y Smith y Paladino (2010) en los que la actitud hacia la compra resultó ser un determinante de la intención de compra de alimentos ecológicos.

Sin embargo, las normas subjetivas no han resultado estadísticamente significativas por lo que la influencia que ejercen ciertas personas (familia, amigos, líderes de opinión, etc.) en las decisiones de compra de los consumidores no determina la intención de compra de alimentos ecológicos. Estos hallazgos contrastan con los obtenidos por Chen (2007), Arvola *et al*. (2008), Vermeir y Verbeke (2008) y Smith y Paladino (2010) en los que las normas subjetivas influyen positivamente en la intención de compra de alimentos ecológicos y los obtenidos por Lobb *et al*. (2007) en los que la influencia es negativa. Sin embargo, Ruiz de Maya*, et al.* (2011) concluyeron que en España las normas subjetivas no determinan la intención de compra puesto que las actitudes hacia la compra de alimentos ecológicos prevalecen en las decisiones de compra de estos alimentos.

La percepción de los consumidores sobre el control en sus decisiones de compra de alimentos ecológicos influye positivamente en la intención de compra. Efectivamente, el coeficiente estimado de la variable NOINCONV es positivo y significativo, lo que indica que aquellos entrevistados que no tendrían inconveniente en comprar alimentos ecológicos tienen una mayor intención de comprarlos. Estos resultados coinciden con los encontrados por Chen (2007) y Lobb *et al*. (2007), pero difieren de los obtenidos por Arvola *et al*. (2008) y Smith y Paladino (2010).

Finalmente, contrariamente a nuestra hipótesis y a los resultados obtenidos por Chen

(2007), Gracia y de Magistris (2007 y 2008), y Gracia *et al.* (2010), la preocupación por la salud y el medioambiente no parecen influir en la intención de compra, puesto que las variables correspondientes no resultaron estadísticamente significativas.

Conclusiones

En la actualidad hay una mayor conciencia hacia los problemas medioambientales derivados de los patrones de producción y consumo convencionales. La agricultura ecológica se considera una forma más sostenible de producción de alimentos que la agricultura convencional por lo que desde las autoridades europeas y nacionales de los diferentes países se ha incentivado su crecimiento. Sin embargo, estos esfuerzos han conducido a importantes incrementos en la oferta de alimentos ecológicos que en muchos casos, en particular en el caso español, no han ido acompañados por aumentos de la demanda. Esta discrepancia entre la oferta y la demanda de alimentos ecológicos ha llevado a que conocer los factores que determinan la intención de compra de estos sea relevante para diseñar las estrategias de marketing de los alimentos ecológicos, y de esta manera conseguir incentivar su demanda.

En este trabajo, mediante la utilización de un modelo de intención de compra basado en la Teoría del Comportamiento Planeado de Ajzen y con datos obtenidos de consumidores de dos ciudades españolas se ha obtenido que los principales factores que determinan la compra de los alimentos ecológicos son, el nivel del conocimiento de los alimentos ecológicos, las actitudes positivas hacia la compra de alimentos ecológicos y el control del individuo sobre sus decisiones de compra. Sin embargo, a diferencia de lo que se esperaba, la preocupación por la salud y el medioambiente, así como las normas subjetivas o influencia que una o un grupo de personas ejercen en las decisiones de los individuos no determinan la intención de compra de alimentos ecológicos de los españoles.

Por otra parte, se concluye que el 60% de los entrevistados manifiestan que sí y probablemente sí comprarían alimentos ecológicos pudiéndose considerar que se trata del segmento de potenciales compradores de estos alimentos[9]. Este segmento de potenciales compradores se caracteriza por tener un mayor nivel de conocimiento de los alimentos ecológicos, una actitud favorable hacia la compra de estos y un mayor control sobre las decisiones de compra.

Finalmente, se ha constatado que existe un reducido nivel de conocimiento de los alimentos ecológicos ya que un 62% de los entrevistados afirman que este es bajo y sólo un 6% cree tener un nivel de conocimiento alto mostrándose su relación positiva con el nivel de renta, de estudios y con una mayor conciencia medioambiental de los individuos.

Teniendo en cuenta estos últimos resultados, podemos decir que para incentivar la compra de alimentos ecológicos vía el aumento del número de consumidores se debe aumentar el nivel de conocimiento sobre los alimentos ecológicos. Además, aquellos individuos que realizan en mayor medida actividades respetuosas con el medioambiente como reci-

9. En comparación con estudios realizados en otras zonas geográficas de España este porcentaje es más o menos similar. En efecto, Brugarolas*, et al*. (2005) identifican que el segmento de potenciales consumidores en Alicante podría ser de un 50%. Además, Ureña *et al.* (2008) señalan que hay un 67% de potenciales consumidores en Castilla-La Mancha.

clar la basura y consumir productos reciclados tienen mayor probabilidad de tener un conocimiento de los alimentos ecológicos más alto. Por lo tanto, una mayor conciencia medioambiental de los individuos aumentará el conocimiento sobre los alimentos ecológicos y por lo tanto, la demanda de los mismos. Así mismo, los resultados muestran que la barrera a la intención de compra de los alimentos no está relacionado directamente con la renta sino indirectamente por el menor conocimiento de los alimentos ecológicos que poseen las personas de rentas bajas. Por lo tanto para incrementar la base de consumidores de productos ecológicos las campañas de información sobre los productos ecológicos debería centrarse en los estratos de población con menor renta.

Otra forma de incentivar la demanda de alimentos ecológicos es mediante la creación de una actitud favorable hacia la compra de alimentos ecológicos ya que aumentará el número de consumidores potenciales. Es decir, aquellos consumidores que todavía no están dispuestos a comprar alimentos ecológicos podrían llegar a estarlo si se consigue que la compra de alimentos ecológicos sea considerado como algo "bueno" para ellos. Para ello, y teniendo en cuenta que los consumidores españoles basan su decisión de compra de alimentos ecológicos en aspectos personales más que en aspectos colectivos o de pertenencia a grupos, en las campañas de promoción se deberían resaltar los beneficios individuales que el consumo de estos productos tienen para ellos.

Una última estrategia para fomentar la demanda de alimentos ecológicos es aumentar su presencia en los establecimientos de compra ya que aquellos individuos que consideran en mayor medida que si los alimentos ecológicos estuvieran disponibles en las tiendas no tendrían inconveniente en comprarlos son los que presentan mayor intención de comprar estos productos. Por lo tanto, uno de los factores que todavía pueden estar limitando el consumo de alimentos ecológicos es la disponibilidad de los mismos y la conveniencia en la compra.

A partir de los resultados obtenidos en este estudio se pueden identificar áreas donde sería necesario profundizar de cara a comprender mejor el comportamiento del consumidor de productos ecológicos. En primer lugar, sería interesante conocer cómo se relaciona la intención de compra con la frecuencia y la intensidad de compra. Así mismo es necesario detectar si el consumo de productos ecológicos difiere en función del tipo de producto.

Anejo

Tabla A1. Distribución de la población por género y edad en España, Córdoba y Zaragoza en 2011

		Género		Edad			
	Total*	Mujer	Hombre	20-34	35-49	50-64	> 64
España	37.9084.411	51,18	48,82	26,23	30,41	22,00	21,35
Córdoba	633.129	51,54	48,46	26,48	29,59	21,59	22,40
Zaragoza	794.739	51,02	48,98	24,61	29,64	22,37	23,38

Fuente: INE (2012).

* Población total con más de 19 años.

Bibliografía

Ajzen I, 1991. The Theory of Planned Behavior. Organizational behavior and human decision processes 50: 179-211.

Akaichi F, Gil JM, Nayga RM Jr, 2010. Assesing consumers' willigness to pay for different units of organic milk: Evidence from multi-unit auctions. Canadian Journal of Agricultural Economics 00 (2012): 1-26.

Aldanondo-Ochoa AM, Almansa-Sáez C, 2006. Environmental implications of organic food preferences: an application of the impure public goods model. Disponible en http://www.webmeets.com/files/papers/ERE/WC3/536/Environmental%20Implication%20of%20organic%20food%20preferences%20%28Aldanondo%20and%20Almansa%29.pdf (30 octubre 2011).

Arvola A, Vassallo M, Dean M, Lampila P, Saba A, Lahteenmaki L, Shepherd R, 2008. Predicting intentions to purchase organic food: The role of affective and moral attitudes in the Theory of Planned Behaviour. Appetite 50: 443-454.

Bredahl L, 2001. Determinants of consumer attitudes and purchase intentions with regard to genetically modified food. Results of a cross-national survey. Journal of Consumer Policy 24(1): 23-61.

Briz T, Ward RW, 2009. Consumer awareness of organic products in Spain: An Application of multinomial logit model. Food Policy 34: 295-304.

Brooks K, Lusk JL, 2010. Started and Revealed Preferences for organic and cloned milk: Combining choice experiment and scanner data. American Journal of Agricultural Economics 22: 603-613.

Brugarolas M-B, Rivera LM, 2002. Comportamiento del consumidor valenciano ante los productos ecológicos e integrados. Estudios Agrosociales y Pesqueros 192: 105-121.

Brugarolas M-B, Martínez-Carrasco L, Martínez Poveda A, Rico Pérez M, 2005. Determination of the surplus that consumers are willingness to pay for an organic wine. Spanish Journal of Agricultural Research 3(1): 43-51.

Canavari M, Nocella G, Scarpa R, 2005. Stated willingness to pay for organic fruit and pesticide ban: An evaluation using both web-based and Faced-to Face Interviewing. Journal of Food Products Marketing 11(3): 107-134.

Cook AJ, Kerr GN, Moore K, 2002. Attitudes and intentions towards purchasing GM food Journal of Economic Psychology 23(5): 557-572.

Chen MF, 2007. Consumer attitudes and purchase intentions in relation to organic foods in Taiwan: Moderating effects of food-related personality traits. Food Quality and Preferences 18: 1008-1021.

Chen MF, 2008. An integrated research framework to understand consumer attitudes and purchase intention toward genetically modified food. British Food Journal 110(6): 559-579.

Cheng S, Lam T, Hsu HCC, 2005. Testing the sufficiency of the theory of planned behavior: a case of customer dissatisfaction responses in restaurants. Hospitality Management 24: 475-492.

De Cannière MH, De Pelsmacker P, Geuens M, 2009. Relationship Quality and the Theory of Planned Behavior models of behavioral intentions and purchase behavior. Journal of Business Research 62: 82-92.

Dunn KI, Mohr P, Wilson CJ, Wittert GA, 2011. Determinants of fast-food consumption. An application of Theory of Planned Behaviour. Appetite 57: 349-357.

Fraj Andrés E, Martínez Salina E, 2004. El consumo ecológico explicado a través de los valores y estilos de vida. Implicaciones en la estrategia medioambiental de la empresa. Cuadernos de CCEE y EE 46: 33-54.

Gil JM, Gracia A, Sánchez M, 2000. Market segmentation and willingness to pay for organic products in Spain. International Food and Agribusiness Management Review 3: 207-226.

Gracia A, de Magistris T, 2007. Organic food product purchase behaviour: a pilot study for urban consumers in the South of Italy. Spanish Journal of Agricultural Research 5(4): 439-451.

Gracia A, de Magistris T, 2008. The demand for organic foods in the South of Italy: A discrete choice model. Food Policy 33: 386-396.

Gracia A, de Magitris T, Barreiro-Hurlé J, 2010. Why do we buy organic? Integrating knowledge, attitudes and concerns in a simultaneous equation model for Spanish consumers. Paper presented at the 119th EAAE Seminar "Sustainability in the Food Sector: Rethinking the Relationship between the Agro-Food System and the Natural, Social, Economic and Institutional Environments".

Honkanen P, Verplanken B, Otar Olsen S, 2006. Ethical values and motives driving organic food choice. Journal of Consumer Behaviour 5: 420-430.10.1002/cb.190.

IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements), 2008. Definición de Agricultura Ecológica. Disponible en http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/doa/index.html (11 octubre 2010).

Lampkin N, 2002. Development of Policies for Organic Agriculture. Proceedings of the UK Organic Research 2002 Conference, Organic Centre Wales, Institute of Rural Studies, University of Wales Aberystwyth, 321-324 pp.

Lampkin N, Foster C, Padel S, Midmore P, 1999. The Policy and Regulatory Environment for Organic Farming in Europe. Disponible en https://www.uni-hohenheim.de/i410a/ofeurope/organicfarmingineurope-vol1.pdf (11 octubre 2010).

INE (Instituto Nacional de Estadística), 2012. Revisión del Padrón Municipal 2011. Disponible en http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&file=pcaxis&path=%2Ft20%2Fe245%2Fp04%2F%2Fa2011 (1 junio 2012).

Lobb AE, Mazzocchi M, Traill WB, 2007. Modelling risk perception and trust in food safety information within the theory of planned behaviour. Food Quality and Preferences 18: 384-395.

MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente), 2006. Plan Integral de Actuaciones para el fomento de la agricultura ecológica. Disponible en http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/Resumen_de_resultados_del_Plan_Integral_para_el_Fomento_de_la_Agricultura_Ecol%C3%B3gica_2007-2010_tcm7-161436.pdf (11 octubre 2011).

MAGRAMA, 2007. Estudio de Mercado. Monográfico Alimentos Ecológicos. Disponible en http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/productos_ecologicos_tcm7-8099.pdf (11 octubre 2011).

MAGRAMA, 2010. Valor y volumen de los productos ecológicos de origen nacional en la industria agroalimentaria española. Disponible en http://www20.gencat.cat/docs/DAR/DE_Departament/DE02_Estadistiques_observatoris/08_Observatoris_sectorials/05_Observatori_produccio_agroalimentaria_ecologica/Altres_documents/Estudis_i_documents/Espanya/Fitxers_estatics/2010_06_ValorVolumenProdEcoNacionales.pdf (11 octubre 2011).

MAGRAMA, 2011. Panel de consumo de alimentos (Comunicación personal).

Mahon D, Cowan C, McCarthy M, 2006. The role of attitudes, subjective norm, perceived control and habit in the consumption of ready meal and takeaways in Great Britain Food Quality and Preferences 17(6): 476-481.

Menozzi D, Mora C, 2012. Fruit consumption determinants among young adults in Italy: A case of study. LWT-Food Science and Technology (fourthcoming).

Mesías JF, Martínez-Carrasco F, Martínez-Paz JM, Gaspar García P, 2011. Functional and organic eggs as an alternative to conventional production: a conjoint analysis of consumers' preferences. Journal of the Science Food and Agriculture 91: 532-538.

Mesías JF, Martínez-Carrasco F, Martínez-Paz JM, Gaspar García P, 2011. La disposición a pagar por alimentos ecológicos en España: una aproximación a la existencia de diferencias regionales. ITEA 107(1): 3-20.

Mesías Díaz FJ, Martínez-Carrasco Pleite F, Martínez Paz JM, Gaspar García P, 2012. Consumer knowledge, consumption, and willingness to pay for organic tomatoes. British Food Journal, Vol. 114 Iss: 3: 318-334.

Michaelidou N, Hassan LM, 2010. Modeling the factors affecting rural consumers' purchase of organic and free-range produce: A case study of consumers' from the Island of Arran in Scotland, UK. Food Policy 35: 130-139.

Ness MR, Brennan M, Oughton E, Ritson C, Ruto E, 2010. Modelling consumer behavioural intentions towards food with implications for marketing quality low-input and organic food. Food Quality and Preferences 21: 100-111.

Nie C, Zepeda L, 2011. Lifestyle segmentation of US food shoppers to examine organic and local food consumption. Appetite 57: 28-37.

Padel S, Foster C, 2005. Exploring the gap between attitudes and behaviour. British Food Journal 107(8): 606-625.

Pieniak Z, Aertsens J, Verbeke W, 2010. Subjective and objective knowledge as determinants of organic vegetables consumption. Food Quality and Preferences 21: 581-588.

Ruiz de Maya S, López-López I, Munera JL, 2011. Organic food consumption in Europe: International segmentation based on value system differences. Ecological Economics 70(10): 1767-1775.

Sajaia Z, 2008. Maximum likelihood estimation of a bivariate ordered probit model: implementation and Monte Carlo simulations. The Stata Journal 2(3): 311-328.

Sánchez M, Sanjuán AI, Gil JM, Gracia A, Soler F, 2002. Estudio de las preferencias de consumidores y distribuidores especializados respecto del producto ecológico. Economía Agraria y Recursos Naturales 2(2): 93-114.

Smith S, Paladino A, 2010. Eating clean and green? Investigating consumer motivations towards the purchase of organic food. Australasian Marketing Journal 18: 93-104.

Tuu HH, Olsen SO, Thao DT, Kim Anh NT, 2008. The role of norms in explaining attitudes, intention and consumption of a common food (fish) in Vietnam. Appetite 51: 546-551.

Ureña F, Bernabéu R, Olmeda M, 2008. Women, men and organic food: differences in their attitudes and willingness to pay. A spanish case study. International Journal of Consumer Studies 32: 18-26.

Van Doorn J, Verhoef PC, 2011. Willingness to pay for organic products: Differences between virtue and vice foods. International Journal of Research in Marketing 28(3): 167-180.

Van Loo E, Caputo V, Nayga RM, Meullenet J-F, Rickie SC, 2011. Consumer willingness to pay for organic chicken breast: Evidence for choice experiment. Food Quality and Preferences 22 (7): 603-613.

Verbeke W, Vackier I, 2005. Individual determinants of fish consumption: application of the Theory of Planned Behaviour. Appetite 44: 67-82.

Vermeir I, Verbeke W, 2008. Sustainable Food Consumption among young adults in Belgium: Theory of Planned Behaviour and the role of confidence and values. Ecological Economics 64: 542-553.

Yin S, Wu L, Du L, Chen M, 2010. Consumer's purchase intention of organic food in China. Journal of Science Food Agriculture 90: 1361-1367.

Zagata L, 2012. Consumers' willigness to pay for organic food. Evidence from the Czech Republic. Appetite 50(1): 81-89.

Zander K, Hamm U, 2010. Consumer preferences for additional ethical attributes of organic food. Food Quality and Preferences 21(5): 495-503.

(Aceptado para publicación el 20 de septiembre de 2012)

Posicionamiento de envases en el mercado del aceite de oliva virgen extra: un estudio exploratorio[1]

M. Parras-Rosa[2], M. Vega-Zamora, F.J. Torres-Ruiz, E.M. Murgado-Armenteros y M. Gutiérrez-Salcedo

Universidad de Jaén. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. Campus Las Lagunillas s/n, 23071 Jaén. España

Resumen

El envase desempeña un papel clave en la preservación de las propiedades de los aceites de oliva al ser productos cuya calidad se deteriora, sobre todo, con la exposición a altas temperaturas, al aire y a la luz, pero también el envase es importante por ser un elemento de comunicación comercial y de creación de valor para el consumidor. En este sentido, en este trabajo se estudia el envasado de los aceites de oliva desde una perspectiva comercial, analizando el posicionamiento de distintos envases y explorando los atributos que, a juicio de los consumidores, han de estar muy presentes en un envase de aceite de oliva virgen extra; información clave para el desarrollo de políticas comerciales. Para ello, se ha diseñado un experimento en el que se han manipulado distintos envases y un aceite de oliva virgen extra. Los resultados muestran que los cuatro envases analizados (tetra-pack, cerámica, vidrio transparente y vidrio opaco) gozan de buena imagen por parte de los consumidores habituales de este aceite de oliva, de manera que son reconocidos como aptos para envasarlo. No obstante, es el de vidrio opaco el que más se aproxima al perfil de "envase ideal u óptimo". Estos resultados confirman que no existe total convergencia entre la calidad objetiva o técnica y la calidad subjetiva o percibida por el consumidor.

Palabras clave: Aceite de oliva virgen extra, comportamiento del consumidor, envase, marketing de los aceites de oliva.

Abstract
Positioning of packaging in the market for extra virgin olive oil: an exploratory study

Packaging plays a key role in the preservation of the properties of olive oils as they are products whose quality deteriorates, especially with the exposure to high temperatures, air and light. But also the packaging is important because it is an element of commercial communication and creates value for consumers. In this sense, this paper examines the packaging of olive oils from a commercial perspective, analyzing the positioning of different packages and exploring different attributes that, in opinion of

1. Este trabajo está basado en el Proyecto "Investigación sobre el comportamiento de nuevos envases para la correcta conservación y comercialización del aceite de oliva virgen extra" (PROFIT-MEC, 2007: CIT. 060000-2007-89), ejecutado por la Universidad de Jaén, el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Sierra Mágina, la Fundación Centro de Innovación y Tecnología del Olivar y del Aceite de Oliva (CITOLIVA), la Compañía Alimentaria del Sur de Europa, S.A. y el Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (ITENE). En el proyecto se planteaba un conjunto amplio de objetivos, entre ellos el de conocer la imagen y opinión que tienen los consumidores de aceite de oliva virgen extra acerca de diferentes envases para este producto. Los objetivos que se platean en este artículo se incardinan en el marco de este objetivo general.

2. Autor para correspondencia: mparras@ujaen.es

consumers, must be present in a package for extra virgin olive oil. This information is key for the development of trade policies. To do this, an experiment, in which different packages and an extra virgin olive oil have been manipulated, has been designed. The results show that the four containers examined (tetra-pack, ceramics, transparent glass and opaque glass) have a good image for usual olive oil consumers, therefore these are recognized as suitable for packaging. Nevertheless, the package of opaque glass is the closest to the "ideal package". These results confirm that there is no total convergence between the objective or technical quality and the subjective quality or perceived by the consumer.

Key words: Consumer behaviour, extra virgin olive oil, olive oils marketing, packaging.

Introducción

La Teoría de la Demanda de Características de Lancaster (1966) se apoya en la hipótesis de que el consumidor maximiza la utilidad sobre características de objetos más que sobre objetos mismos. Desde esta perspectiva, un producto, visto desde el punto de vista del comprador, puede definirse como un conjunto específico de atributos que aportan al comprador, no únicamente el servicio básico propio de la clase de producto, sino también un conjunto de servicios secundarios, necesarios o añadidos, que constituyen elementos distintivos del producto, susceptibles de influir en las preferencias de los compradores. En consecuencia, un atributo es la ventaja buscada por el comprador, es el atributo el que genera el servicio, la satisfacción y, como tal, es utilizado como un criterio de elección (Lambin, 1995, pp. 114-117).

En la literatura se distingue entre atributos intrínsecos y extrínsecos. Así, los atributos intrínsecos son aquellos que no pueden ser cambiados o manipulados experimentalmente sin modificar, al mismo tiempo, las características físicas del propio producto (Olson y Jacoby, 1972). Los atributos extrínsecos son, por definición, exteriores al producto, se relacionan con el mismo pero no forman parte del producto físico. Para el caso concreto de alimentos, en general, entre los atributos intrínsecos están el tacto, sabor, color, olor, otras características organolépticas, capacidad nutritiva, efectos sobre la salud, forma, frescura, etc. Entre los extrínsecos están el precio, el envase, la marca, el logotipo, el etiquetado, la forma de producción, etc.

En el contexto descrito, el envase de los alimentos ha adquirido una importancia creciente en los últimos años como consecuencia de que a las tradicionales utilidades del envase: contener, proteger, preservar y transportar el alimento, se le añaden otras más complejas y actuales, relacionadas con la creación de valor para el consumidor, haciendo especial referencia, por su importancia, a las funciones comunicativas. Así, Behaeghel (1991) y Peters (1994) consideran el envasado como el medio más importante en la comunicación, alegando que alcanza a todos los compradores, está presente en el momento crucial cuando se toma la decisión de compra y, además, los consumidores interactúan activamente con el envase cuando lo examinan para obtener la información que necesitan y cuando lo usan en sus hogares. En esta misma línea, Kotler y Keller (2006) señalan que el envase es lo primero que encuentran los consumidores acerca del producto y es capaz, tanto de alentar, como de desalentar la compra del mismo. En este sentido, el proceso de impresiones positivas en el momento de la compra y después con el uso del producto y convivencia con el envase ha sido profundamente estudiado, denominándose como el primer y segundo momento de la verdad. En el primer momento de la verdad, la principal función del envase es la habilidad para captar la atención del

consumidor (Underwood y Klein, 2002), mientras que en el segundo momento de la verdad adquieren importancia el resto de funciones relacionadas con la información y con facilitar el servicio que prestará el producto. En este sentido, según Löfgren (2005), la experiencia de los consumidores en el primer momento afectará a la experiencia en el segundo momento de la verdad.

Otros autores como Willey (1993), Shell (1996), Feig (1999), McNeal y Ji (2003) y Underwood (2003) profundizan en las funciones comunicativas del envasado, de tal modo que, a las de conseguir la atención del consumidor en el punto de venta y animarle a realizar la compra, añaden otras tales como cultivar la imagen de marca, transmitir una fuerte identidad distintiva a la marca y una rápida comunicación de la personalidad de la marca, calidad y valor. Bajo esta perspectiva, el envase está estrechamente relacionado con las decisiones de posicionamiento (Underwood, 2003).

Son varias las razones por las que el envase está adquiriendo una mayor importancia como "atributo comunicador". En primer lugar, porque una gran parte de los esfuerzos de comunicación se concentran en promociones y en la comunicación en el punto de venta, donde el envase adquiere, como se ha adelantado, una gran importancia y ha llegado a ser considerado como un "vendedor silencioso" (Pilditch, 1973; Hise y McNeal, 1988). La segunda de las razones, relacionada con la anterior, es que, para el caso de alimentos perecederos, la mayoría de las decisiones de compra se toman en el punto de venta. En este sentido, hay estudios que indican que, alrededor de un tercio de las compras no planificadas, se atribuyen al reconocimiento por parte de los consumidores de nuevas necesidades mientras están comprando (Park *et al*., 1989), jugando el envase, en esta situación, un papel fundamental. En tercer lugar, la proliferación de marcas y la variada oferta que se encuentra un consumidor en el punto de venta ha incrementado el esfuerzo por alcanzar una efectiva diferenciación de los productos homogéneos (Underwood *et al*., 2001 y Underwood, 2003), reconociendo los gestores que el envasado puede crear diferenciación e identidad[3].

Se puede hablar, pues, de "características técnicas" de los envases, asociadas a las funciones inherentes al cometido del envase y "características comerciales", asociadas a las funciones comunicativas y de posicionamiento. En consecuencia, el hecho de que un envase tenga mejores propiedades técnicas no significa que el consumidor valore mejor dicho envase, bien por desconocimiento de dichas propiedades, o bien, porque el consumidor no solo utilice como parámetros de elección del envase las propiedades técnicas, sino propiedades estéticas, precio, de facilidad de uso o cualesquiera otras.

En los aceites de oliva, el envase juega un papel clave en la preservación de sus propiedades, al ser productos cuya calidad se deteriora, sobre todo, con la exposición a altas temperaturas, al aire y a la luz. De ahí que, además de otras medidas, la búsqueda de envases que mantengan durante más tiempo las propiedades físico-químicas y organolépticas de los aceites de oliva es determinante. Ésta no es una cuestión baladí y tiene importantes consecuencias, porque puede ocurrir que un aceite de oliva sea virgen extra en el momento de ser envasado, pero deje de serlo en el momento de la compra por parte

3. Hay que tener en cuenta que los consumidores se enfrentan a unos 300 envases por minuto (Selame y Kouskos, 2002) y en esta situación el envase debe captar la mirada del consumidor, comunicar su mensaje y convencer al comprador de que es la mejor propuesta que hay en el lineal.

del consumidor al haberse deteriorado por distintos motivos relacionados con su conservación. En definitiva, es posible que la calidad de un aceite de oliva en el momento de fabricación sea diferente a su calidad en el momento de compra y consumo. Es evidente, pues, que con independencia de las necesarias tareas de formación de los consumidores y distribuidores para el correcto consumo y exposición de los aceites de oliva, la búsqueda de envases que retrasen el deterioro de la calidad de los aceites de oliva e incluso la oferta en envases más pequeños, etc. es una cuestión a estudiar con detenimiento[4].

Pero, además de la cuestión técnica a la que se acaba de hacer referencia, es importante analizar el envasado de aceites de oliva desde la perspectiva comercial, objetivo genérico de este trabajo, por la importancia del envase como un elemento de comunicación comercial y de creación de valor para el consumidor, así como por su influencia en la percepción de calidad de los aceites de oliva, bajo la premisa de diferenciar la calidad objetiva o técnica (superioridad calculable y verificable sobre algunos estándares ideales predeterminados) de la calidad subjetiva o percibida por el consumidor. En este sentido, la investigación, en primer lugar, y los avances técnicos, posteriormente, deberían centrarse en la búsqueda de envases que permitiesen converger las cuestiones de imagen y aceptación por parte de los consumidores con las de conservación del aceite durante el tiempo razonable para su venta.

En suma, siguiendo a Murray y Delahunty (2000), en la aceptación de un aceite de oliva influye no sólo la identificación de las propiedades sensoriales que los consumidores consideran importantes, sino también el envase, predisponiendo al consumidor para comprar. Esto es, mientras que el envase predispone a la compra, los atributos sensoriales confirman la elección y pueden determinar la repetición de compra del producto. Por tanto, cobra especial importancia el envase, tanto desde una perspectiva técnica (pues será el que contribuya a preservar la calidad del aceite durante su comercialización), como desde una perspectiva comercial (que será el que favorezca la predisposición a la compra del producto por parte del consumidor).

Desde un punto de vista eminentemente técnico, son abundantes los trabajos relativos al envasado de los aceites de oliva. En este sentido, hay varios trabajos que vienen a concluir que las botellas de vidrio, sobre todo, las opacas, conservan mejor los aceites de oliva que los envases de PVC, al proporcionar una mayor protección contra la oxidación (Vekiari *et al*., 2002; Sharma y Sharma, 2006; Vekiari *et al*., 2007; Ben Tekaya *et al*., 2007; Pristouri *et al*., 2010). Otros autores concluyen que el mejor sistema de envase para el aceite de oliva virgen extra es la lata, seguido de las botellas de cristal oscuras que, a su vez, son mejores envases que las botellas de cristal transparentes (Guil-Guerrero y Urda-Romacho, 2009). Finalmente, en un trabajo en el que se han pro-

4. En este sentido, se enmarca la polémica suscitada en Andalucía a raíz de la apertura de expedientes sancionadores a un conjunto de empresas aceiteras por parte de la Consejería de Salud, en noviembre del año 2010, tras una inspección en la que se constató que existía una divergencia entre el aceite que se anunciaba en el etiquetado de determinados envases (virgen extra) y el producto contenido en el envase que era de inferior calidad. En agosto de 2011, la Consejería de Salud anunció que la mayoría de las empresas a las que se le abrió expediente sancionador en noviembre pudieron demostrar que, en el momento de envasado, el aceite que se introdujo en el envase era virgen extra. En consecuencia, lo que ha habido es un deterioro de la calidad porque hubo, según la Consejería de Salud, "fallos en la conservación del producto". Esta situación da muestra de la importancia de lo que se expone en el texto.

bado cinco envases: botella de PET transparente, botella de PET cubierta con papel de aluminio, botella de cristal, lata y tetra-brik, se concluye que el tetra-brik y la lata, por este orden, son los más apropiados para envasar aceite de oliva virgen extra al conservar mejor sus atributos sensoriales y nutritivos (Méndez y Falqué, 2007).

Sin embargo, desde un punto de vista comercial, aunque ha sido ampliamente analizada la importancia del envase en el marketing de alimentos –véase, por ejemplo, Tuorila y Pangborn (1988), Oude y Van Trijp (1995), Francis (2000), Underwood *et al*. (2001), Brody (2002), Deliza *et al*. (2003) y Dantas *et al*. (2004)–, es escasa la literatura existente para el caso de los aceites de oliva (Torres *et al*., 2010). Con este trabajo se pretende contribuir a cubrir esta laguna en la literatura científica.

En el contexto descrito, en el presente trabajo se pretende alcanzar los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar los atributos y/o características clave que, a juicio de los consumidores, han de estar muy bien representados en un envase de aceite de oliva virgen extra.

2. Asumiendo que los individuos tienen percepciones sobre la presencia de los atributos en los envases, analizar las valoraciones que los consumidores realizan de cuatro tipos de envases objeto de análisis (tetra-pack, vidrio transparente, cerámica y vidrio opaco).

3. Comparar los cuatro envases a partir de una adaptación de la matriz determinancia-rendimiento relativo, identificando las fortalezas y debilidades en cada uno de ellos.

Material y métodos[5]

El método utilizado en este trabajo ha sido la investigación experimental. Se diseñó un experimento en el que se manipularon distintos envases y un único aceite de oliva virgen extra. Los participantes fueron 122 jóvenes de edad similar, residentes en la provincia de Jaén, consumidores habituales de aceite de oliva virgen extra, que procedieron a una evaluación de los envases y del aceite. Los participantes realizaron el experimento de manera individual en cubículos aislados por paneles. En cada cubículo había una mesa donde se encontraba el material necesario para la realización del experimento que se efectuó en el mes de mayo del 2008. Los estímulos e instrumentos de medición del experimento fueron:

– Cuatro envases diferentes: tetra-pack con atmósfera inerte y tapón de rosca (1 litro), vidrio transparente (3/4 de litro), cerámica (1/2 litro) y vidrio opaco (3/4 de litro). Estos tamaños son los habituales en el comercio minorista para los envases en cuestión. En los cuatro envases se ocultó la etiqueta, símbolo o cualquier indicación, mediante una etiqueta negra similar en los cuatro casos.

– Un cuestionario de atributos del envase: funcionales, perceptuales, afectivos, estéticos, etc. Los ítems del cuestionario son el resultado de una revisión bibliográfica sobre las características de los envases de alimentos y de entrevistas mantenidas con responsables de empresas del sector oleícola. En el cuestionario se incluyó una escala donde se realizaba una valoración global del envase, con cinco niveles (de 1: malo a 5: excelente)[6].

5. El diseño original del experimento realizado en el proyecto de investigación del que procede este trabajo es más complejo, realizándose manipulaciones secuenciales intrasujetos con diferentes envases y aceites, contrabalanceando las posibles combinaciones, y midiendo las opiniones de los sujetos sobre un envase ideal, los distintos envases probados y los aceites contenidos en los envases. No obstante, en este apartado sólo se muestran los aspectos metodológicos relacionados con los objetivos del artículo o los necesarios para comprender mejor el experimento, omitiendo aquellas partes de la metodología total del proyecto no relacionadas con los referidos objetivos.

6. También, obviamente, en el cubículo había una copa de cata para proceder a la cata del aceite de oliva virgen extra de acuerdo con las normas del Consejo Oleícola Internacional (COI), previo adiestramiento.

Los 122 participantes se repartieron en 5 grupos aleatoriamente, uno por cada uno de los cuatro tipos de envases que se manipularon y otro grupo para la condición "sin envase" (grupo de control), para el que el aceite se presentaba directamente en la copa de cata.

El experimento constaba de dos fases. La primera estaba destinada a que los participantes establecieran el perfil de lo que para ellos sería un envase ideal para contener aceite de oliva virgen extra. Para ello, todos los participantes valoraron los atributos del cuestionario en función de la presencia que ellos consideraban que debe tener cada atributo en un "envase ideal". El cuestionario era el mismo que, posteriormente, se utilizaría para evaluar la presencia percibida de cada uno de los atributos en cada uno de los cuatro envases, esto es, el nivel de atributo. En ambos casos se utilizó una escala multiatributo de intervalos, con cinco categorías, en la que los sujetos mostraban su opinión[7]. De esta forma, se pueden conocer qué atributos son más importantes para los consumidores y cuáles no se consideran tan importantes por parte de los sujetos en un envase de aceite de oliva virgen extra.

Una vez que todos los participantes respondieron al cuestionario de "envase ideal", los sujetos, salvo los del grupo de control, procedieron a evaluar los envases que, aleatoriamente, le fueron asignados. Dado que se aplica la misma escala para el "envase ideal" y para cada uno de los envases analizados, la comparación de los niveles de atributo en los dos envases para cada atributo y sujeto permite realizar observaciones de utilidad para el packaging, sobre todo para establecer los atributos determinantes, aquellos que permiten discriminar entre envases y en los que se fundamentan los procesos de elección de los consumidores, así como la opinión de la presencia de estos atributos en los distintos envases.

En una segunda fase, los sujetos realizaban dos pruebas más en las que evaluaban otras dos situaciones experimentales, fruto de las combinaciones de los tres envases restantes y el grupo de control, de tal modo que todos los envases fueron sometidos al mismo número de evaluaciones.

En síntesis, se desarrolló un diseño intrasujetos equilibrado, contrabalanceado en función de las 5 condiciones experimentales (4 envases y condición "sin envase") en la que cada sujeto realizaba tres pruebas. De este modo se obtuvieron 122 observaciones sobre el "envase ideal" y 74 observaciones sobre cada uno de los cuatro envases analizados.

Resultados

Perfil del "envase ideal", valoración de cada uno de los envases y comparación de éstos con el perfil del "envase ideal"

En la tabla 1, se muestra la valoración media otorgada por los sujetos participantes en el experimento a cada uno de los atributos considerados, tanto para el "envase ideal", como para cada uno de los cuatro envases objeto de análisis. Para el caso del "envase ideal", la dimensión de las diferencias de valoración entre unos atributos y otros ha de interpretarse como una jerarquización de la importancia que los participantes otorgan a los

7. Estas escalas han sido ampliamente utilizadas en la literatura, en disciplinas como marketing y psicología experimental, y son la base para analizar las percepciones u opiniones de los sujetos en relación a cualquier fenómeno, desde una perspectiva cuantitativa, como es nuestro caso.

Tabla 1. Valoración media de las características del "envase ideal" y de cada uno de los envases.
(Intensidad de la percepción: 1 = Nada; 2 = Poca; 3 = Media; 4 = Mucha; 5 = Toda)
Table 1. Average rating for the characteristics of "ideal package" and each package.
(Intensity of perception: 1 = Nothing, 2 = Little, 3 = Average, 4 = Much, 5 = All)

Tipos de envases / Atributos	Ideal (n = 122)		Tetra-pack (n = 74)		Vidrio transparente (n = 74)		Cerámica (n = 74)		Vidrio opaco (n = 74)	
	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.
Ligero en peso	3,18	0,91	3,98	0,90	2,82	0,85	2,36	1,076	2,68	0,98
Conserva las propiedades nutricionales del aceite	4,68	0,64	3,41	0,94	3,58	0,84	3,54	0,94	3,75	0,84
Conserva las características perceptivas del aceite (olor, sabor, color,…)	4,58	0,71	3,31	1,09	3,73	0,86	3,79	0,86	3,79	0,89
Se resbala/Que no resbale[1]	3,63	0,93	2,12	0,99	2,63	1,06	2,52	1,14	2,47	1,04
Se derrama/Que no se derrame[2]	4,12	0,90	2,02	1,06	2,00	1,14	2,59	1,07	1,78	0,97
Fácil de coger	3,95	0,90	3,71	1,03	3,56	0,95	3,05	1,15	3,67	0,91
Resistente	3,98	0,83	3,46	1,08	3,09	1,08	2,71	1,16	3,09	1,02
Mantiene una apariencia limpia	4,15	0,95	3,64	0,88	3,60	1,03	3,64	0,96	3,60	0,96
Envase caro	2,12	0,85	1,78	0,74	3,17	0,99	3,10	1,04	3,36	0,77
Atractivo visualmente	3,28	1,00	2,46	1,10	3,27	1,04	3,60	1,16	3,23	1,03
Apropiado para un producto de calidad	3,90	1,10	2,39	1,18	3,50	1,08	3,31	1,23	3,61	1,04
Apropiado para un producto ecológico	3,93	0,85	3,46	1,16	3,13	1,07	3,09	1,23	3,06	1,05
Fácil de transportar	3,72	0,90	4,05	0,89	3,26	0,97	2,49	1,01	3,05	1,01
Permite ver el producto	3,93	0,88	1,09	0,60	4,61	0,81	1,05	0,28	2,98	1,34
Calidad del envase	3,72	1,03	2,69	0,89	3,67	0,85	3,13	0,90	3,41	0,81
Envase novedoso	2,88	0,84	3,10	1,26	2,32	0,97	2,41	1,23	2,36	0,92
Apropiado para regalo	2,75	1,00	1,75	1,02	3,27	1,20	3,58	1,25	3,46	1,08
Apropiado para consumo en casa	3,71	1,02	3,94	0,89	3,17	0,99	3,42	1,20	3,19	1,10
Reutilizable	3,89	0,83	2,54	1,54	3,78	1,24	4,04	1,20	3,42	1,30
Reciclable	4,30	1,08	4,45	1,00	4,27	0,96	2,26	1,48	4,12	1,07

[1] En el caso del "envase ideal" se considera "que no resbale". Para la valoración de los cuatro envases se considera "se resbala".

[2] En el caso del "envase ideal" se considera "que no se derrame". Para la valoración de los cuatro envases se considera "se derrama".

atributos[8]. En este contexto, los atributos más valorados por los sujetos encuestados y, por ende, los que han de estar muy bien representados en un envase que contenga aceite de oliva virgen extra son: que "conserve las propiedades nutricionales y las características perceptivas del aceite (olor, sabor, color,...)", que sea "reciclable", que "mantenga una apariencia limpia" y que "no se derrame". La presencia de estos cinco atributos es fundamental en un envase para contener un aceite de oliva virgen extra. Como se observa, se trata de atributos relacionados con la funcionalidad básica del envase, la conservación, con el medio ambiente, con la facilidad de manipulación y con la limpieza.

Un segundo grupo de atributos menos importantes que los anteriores, pero también bien valorados por los entrevistados, son: que sea "fácil de coger" y que sea "resistente". El resto de los atributos son menos valorados por los consumidores.

Por otro lado, con carácter orientativo, se ha comparado el perfil del "envase ideal" con el perfil de cada uno de los cuatro envases objeto de análisis, lo que permite determinar las debilidades y fortalezas de cada uno de ellos, individualmente considerado. Previamente, se ha contrastado la hipótesis de igualdad de distribuciones para observaciones pareadas entre el "envase ideal" y cada uno de los cuatro envases a través del test de Wilcoxon (tabla 2), cuyos resultados son indicativos de lo diferentes que son los niveles de atributos en cada uno de los cuatro envases, respecto de los considerados óptimos por los consumidores. Estos resultados eran previsibles, pues un "envase ideal u óptimo" tiende a alcanzar puntuaciones altas en todos los atributos positivos y bajas en los negativos, mientras que en un envase real alcanzar altos niveles en algunos atributos solo se consigue, generalmente, a costa de otros, puesto que, en este caso, el consumidor está obligado a efectuar arbitrajes entre ventajas buscadas, consciente de que, a veces, éstas son inconciliables. Así, por ejemplo, un envase diseñado para envasar un aceite de oliva virgen extra posicionado en el mercado para hacer un regalo difícilmente puede, a su vez, ser barato.

Como resultados más significativos cabe resaltar que en ninguno de los cuatro envases las valoraciones otorgadas alcanzan el nivel deseado por los consumidores en los atributos relacionados con la conservación de las propiedades nutricionales y perceptivas del aceite, ni en el atributo "se derrama". El envase de vidrio opaco presenta una debilidad en el atributo "mantiene una apariencia limpia". Los dos envases de vidrio se consideran con un nivel óptimo en el atributo "reciclable". Asimismo, todos los envases, excepto el de cerámica, alcanzan un nivel óptimo en los atributos "fácil de coger" y "resistente".

Finalmente, considerando conjuntamente todos los atributos, las distancias euclídeas entre cada par de envases (tabla 3), elaboradas a partir del perfil de medias de cada envase que se muestra en la tabla 1, evidencian que los envases más parecidos al "envase ideal" son los de vidrio opaco y tranparente que, además, se perciben como los más similares entre sí.

8. Dado que un envase utópico sería aquel que tuviese la máxima puntación en todos los atributos positivos y la menor en los negativos, las puntuaciones otorgadas a cada atributo son una medida de los "niveles" de atributos que los entrevistados consideran como apropiados. Así, hay atributos del envase que los consumidores consideran que han de estar muy presentes en el mismo, al otorgarle una puntuación muy próxima a la máxima para los atributos positivos (5) y a la mínima para los negativos (1), mientras que a otros atributos los consumidores otorgan unas puntuaciones menores por considerarlos menos importantes, y exigirles, en consecuencia, un menor nivel de desempeño o presencia en el envase.

Tabla 2. Test de Wilcoxon, contraste de diferencias de distribución entre el envase ideal y cada envase (observaciones pareadas)
Table 2. Wilcoxon test, contrast differences of distribution between the ideal package and each package (paired observations)

Tipos de envases	Tetra-pack	Vidrio transparente	Cerámica	Vidrio opaco
Atributos				
Ligero en peso	-2,43*	-2,04*	-2,02*	-0,36
Conserva las propiedades nutricionales del aceite	-4,12**	-3,61**	-3,71**	-3,34**
Conserva las características perceptivas del aceite (olor, sabor…)	-3,70**	-3,61**	-3,46**	-2,69**
Se resbala	-4,04**	-2,42*	-2,31*	-2,52*
Se derrama	-4,06**	-2,99**	-3,76**	-3,77**
Fácil de coger	-1,17	-1,00	-3,15**	-0,07
Resistente	0,99	-1,57	-3,56**	-2,00
Mantiene una apariencia limpia	-0,24	-1,10	-1,74	-3,01**
Envase caro	-1,42	-3,47**	-1,69	-3,78**
Atractivo visualmente	-2,74**	-0,53	-1,30	0,02
Apropiado para un producto de calidad	-3,76**	-0,61	-1,88	-0,64
Apropiado para un producto ecológico	-2,94**	-1,18	-3,16**	-3,45**
Fácil transporte	-0,99	-1,72	-3,18**	-1,76
Permite ver el producto	-3,95**	-2,94**	-4,19**	-1,18
Calidad del envase	-2,85**	-0,95	-2,29*	-1,15
Envase novedoso	-1,11	-2,39*	-1,03	-1,16
Apropiado para regalo	-3,18**	-1,06	-0,98	-1,02
Apropiado para consumo en casa	-1,29	-3,14**	-0,67	-2,20*
Reutilizable	-2,15*	-1,36	-0,40	-1,16
Reciclable	-2,06*	-1,09	-3,75**	-0,23

Para la realización del test sólo se han considerado los resultados del primer envase analizado.
* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$.

Tabla 3. Matriz de distancias euclídeas entre los envases
Table 3. Euclidean distance matrix between packages

Tipos de envases	Ideal	Tetra-pack	Vidrio transparente	Cerámica	Vidrio opaco
Ideal	0,000				
Tetra-pack	4,635	0,000			
Vidrio transparente	3,048	4,996	0,000		
Cerámica	5,149	4,706	4,355	0,000	
Vidrio opaco	3,129	4,135	1,775	3,108	0,000

Análisis comparado entre envases

Si se consideran las valoraciones globales que de los cuatro envases analizados realizan los entrevistados (tabla 4), es posible concluir que los envases de vidrio presentan una valoración significativamente mejor que la de los otros dos, aunque no muy acusada. En todo caso, la proximidad al centro de la escala permite asumir que los cuatro envases, en principio, pueden ser elecciones apropiadas, dependiendo de la estrategia comercial de la empresa.

Sin embargo, el análisis comparado entre envases atributo a atributo pone en evidencia que los consumidores perciben claras diferencias entre los distintos envases. Así, los resultados del test de Jonckheere-Terpstra, con el que se contrastan las diferencias de distribuciones entre los distintos envases para cada uno de los atributos, muestra diferencias significativas en 16 de los 20 atributos considerados (tabla 5). En la misma tabla 5 se han incorporado algunos comentarios sobre las diferencias en las comparaciones realizadas dos a dos, en aquellos atributos en los que se perciben diferencias a nivel global.

La comparación entre los cuatro envases se concluye a partir del análisis de los atributos

Tabla 4. Valoraciones globales de los distintos tipos de envases
Table 4. Global ratings of the different types of packages

Tipos de envases (Escala: 1 = malo, 5 = excelente)	Mediana	Media	Desv. típ.
Tetra-pack	3	2,89	0,90
Vidrio transparente	4	3,58	0,77
Cerámica	3	3,23	0,91
Vidrio opaco	4	3,50	0,80

Test de Jonckheere-Terpstra: J-T tipificado: 3,172; sig: 0,002

n = 74, para cada envase.

Tabla 5. Análisis de las diferencias de percepción entre los envases en cada atributo. Test de Jonckheere-Terpstra
Table 5. Analysis of differences in perception between the packages in each attribute. Jonckheere-Terpstra test

Atributos	Estadístico J-H	Comentarios de las percepciones comparadas
Ligero en peso	-7,63**	El tetra-pack se percibe más ligero en peso que el resto.
Conserva las propiedades nutricionales del aceite	2,25*	El envase de vidrio opaco presenta una ligera diferencia positiva frente al resto.
Conserva las características perceptivas del aceite (olor, sabor…)	2,90**	El tetra-pack se percibe como el que peor conserva estas características.
Se resbala	1,80	—
Se derrama	-0,27	—
Fácil de coger	-1,3	—
Resistente	-2,46*	Los envases de vidrio y, sobre todo, el de cerámica se perciben menos resistentes.
Mantiene una apariencia limpia	-0,036	—
Envase caro	8,13**	El tetra-pack se percibe como más barato que el resto. Los envases de vidrio son los más caros.
Atractivo visualmente	4,32**	El más atractivo es el de cerámica. El tetra-pack es el menos atractivo, con claras diferencias frente al resto.
Apropiado para un producto de calidad	5,29**	Los de vidrio se consideran los más apropiados, el tetra-pack se considera menos apropiado.
Apropiado para un producto ecológico	-2,09*	El tetra-pack se considera el más apropiado.
Fácil transporte	-6,56**	El tetra-pack es el más fácil de transportar.
Permite ver el producto	3,39**	El vidrio transparente permite ver el producto, y el opaco, algo menos.
Calidad del envase	3,60**	El tetra-pack se considera el envase de menos calidad, siendo los de vidrio los mejor valorados.
Envase novedoso	-3,21**	El tetra-pack se considera el más novedoso
Apropiado para regalo	7,55**	El tetra-pack se considera el menos apropiado. Los mejor valorados son la cerámica y el vidrio opaco.
Apropiado para consumo en casa	-3,53**	El tetra-pack se considera el más apropiado para este uso, los de vidrio menos.
Reutilizable	3,36**	El tetra-pack se considera el menos reutilizable y la cerámica el más reutilizable.
Reciclable	-4,17**	El tetra-pack y los envases de vidrio se consideran los más reciclables.

* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$.

más determinantes en la elección de los consumidores, esto es, aquellos que permiten discriminar entre envases[9]. Para ello, se ha estimado la determinancia de los atributos, que se obtiene, siguiendo a Lambin (2003, pp. 225-229), multiplicando, para cada atributo, el indicador de la importancia por el indicador de la diferenciación y mediante la estandarización de los productos para obtener una suma igual a la unidad.

En nuestro caso, como indicador de la importancia de cada atributo se han tomado las puntuaciones otorgadas por los consumidores para el "envase ideal" tipificadas (los atributos "resbala" y "derrama" se han codificado a la inversa para evitar compensaciones), y como indicador de la diferenciación los estadísticos J-H de la tabla 5 en valor absoluto tipificado para cada atributo, bajo la hipótesis de que cuanto mayores son, más diferentes son los envases en ese atributo.

En la tabla 6, aparecen dos valoraciones o puntuaciones para cada envase. Una es la puntuación media de cada envase, calculada utilizando las puntuaciones de importancia y las puntuaciones de cada envase (tabla 1). La otra es la puntuación ponderada o ajustada de cada envase, calculada utilizando las puntuaciones de determinancia y las puntuaciones de cada envase (tabla 1). Como se observa en la tabla 6 y bajo la hipótesis de que los consumidores utilizan una evaluación compensatoria[10], los valores finales de cada envase se mantienen, tanto considerando la puntuación media como la ponderada o ajustada. Asimismo, los valores obtenidos son coherentes con las valoraciones globales de los envases (tabla 4), lo que muestra la coherencia del proceso seguido en este trabajo.

A continuación, se efectúa una comparación de los cuatro envases con base en una adaptación de la matriz determinancia-rendimiento relativo (véase Lambin, 2003, pp. 230). Así, considerando como atributos más determinantes los que alcanzan una medida de determinancia superior a la media (0,05) en la columna c de la tabla 6, y las diferencias percibidas entre envases, las recogidas en la tabla 5, se establecen los puntos fuertes y débiles de cada envase (tabla 7). Los atributos que conforman fortalezas y que son poseídos de forma exclusiva por un envase constituyen sus ventajas competitivas. El análisis de la determinancia de los atributos también permite analizar lo que se conocen como falsas fortalezas, esto es, percepciones diferenciales de los distintos atributos que no poseen la importancia suficiente como para gozar de relevancia en los procesos de valoración del consumidor y que es conveniente identificar a efectos de gestión, para evitar focalizar la estrategia de diferenciación en ellos.

Para finalizar el análisis se sintetizan los principales rasgos de cada uno de los envases analizados:

Tetra-pack. El treta-pack ha sido utilizado como núcleo de la estrategia de diferenciación por algunas empresas innovadores en el sector, con base en investigaciones que demuestran que es el envase que mejor con-

9. Un atributo puede ser importante, pero si su presencia percibida (nivel de atributo) alcanza la misma puntuación en todos los envases, entonces no es un atributo determinante.

10. Nos basamos en los métodos de composición, que parten de la hipótesis de que carencias en un atributo pueden ser compensadas por fortalezas en otro, inspirados en los modelos de Fisbein (1967), en los que la actitud o imagen global hacia un objeto es la suma de los productos del valor del objeto en cada atributo por la importancia (o en este caso, la "determinancia") de cada atributo. Así, atributos importantes pierden peso en la elección del consumidor cuando no se perciben diferencias entre objetos, del mismo modo que atributos en los que se perciben claras diferencias ganan importancia relativa.

Tabla 6. Atributos determinantes y valoración de los envases
Table 6. Determinant attributes and packages valuation

				Envases: puntuaciones medias (d)				Envases: puntuaciones ponderadas o ajustadas (e)			
Atributos	Imp. (a)	Dif. (b)	Det. (c)	Tetra-pack	Vidrio transp.	Cerámica	Vidrio opaco	Tetra-pack	Vidrio transp.	Cerámica	Vidrio opaco
Ligero en peso	0,042	0,103	0,091	0,17	0,12	0,10	0,11	0,36	0,26	0,22	0,24
Conserva las propiedades nutricionales del aceite	0,062	0,030	0,040	0,21	0,22	0,22	0,23	0,14	0,14	0,14	0,15
Conserva las características perceptivas del aceite (olor, sabor, color,…)	0,060	0,039	0,050	0,20	0,22	0,23	0,23	0,17	0,19	0,19	0,19
Se resbala	0,060	0,024	0,031	0,13	0,16	0,15	0,15	0,07	0,08	0,08	0,08
se derrama	0,063	0,004	0,005	0,13	0,13	0,16	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01
Fácil de coger	0,052	0,018	0,019	0,19	0,19	0,16	0,19	0,07	0,07	0,06	0,07
Resistente	0,052	0,033	0,037	0,18	0,16	0,14	0,16	0,13	0,11	0,10	0,11
Mantiene una apariencia limpia	0,055	0,000	0,001	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Envase caro	0,028	0,110	0,065	0,05	0,09	0,09	0,09	0,12	0,21	0,20	0,22
Atractivo visualmente	0,043	0,059	0,053	0,11	0,14	0,15	0,14	0,13	0,17	0,19	0,17
Apropiado para un producto de calidad	0,051	0,072	0,078	0,12	0,18	0,17	0,18	0,19	0,27	0,26	0,28
Apropiado para un producto ecológico	0,052	0,028	0,031	0,18	0,16	0,16	0,16	0,11	0,10	0,10	0,09
Fácil de transportar	0,049	0,089	0,092	0,20	0,16	0,12	0,15	0,37	0,30	0,23	0,28
Permite ver el producto	0,052	0,046	0,050	0,06	0,24	0,05	0,15	0,05	0,23	0,05	0,15
Calidad del envase	0,049	0,049	0,050	0,13	0,18	0,15	0,17	0,14	0,19	0,16	0,17
Envase novedoso	0,038	0,043	0,035	0,12	0,09	0,09	0,09	0,11	0,08	0,08	0,08
Apropiado para regalo	0,049	0,102	0,106	0,09	0,16	0,18	0,17	0,18	0,35	0,38	0,37
Apropiado para consumo en casa	0,049	0,048	0,049	0,19	0,16	0,17	0,16	0,19	0,16	0,17	0,16
Reutilizable	0,051	0,046	0,049	0,13	0,19	0,21	0,17	0,13	0,19	0,20	0,17
Reciclable	0,057	0,056	0,068	0,25	0,24	0,13	0,23	0,30	0,29	0,15	0,28
Total (f)	1	1	1	3,03	3,38	3,03	3,25	2,96	3,39	2,97	3,28

(a) valoraciones del envase ideal, tipificadas, (b) estadístico en valor absoluto del test J-H, tipificado, (c) producto de las dos columnas anteriores, tipificado, (d) producto de a y puntuaciones iniciales (tabla 1), (e) producto de c y puntuaciones de la tabla 1, (f) sumas de las columnas.

Tabla 7. Puntos fuertes y débiles de cada envase
Table 7. Strengths and weaknesses of each package

Principales puntos fuertes		Principales puntos débiles	
Tetra-pack	Cerámica	Tetra-pack	Cerámica
Ligero Barato Fácil de transportar Reciclable	Muy atractivo visualmente Apropiado para envasar un aceite para regalar	Poco apropiado para envasar un producto de calidad Poco apropiado para envasar un aceite para regalar Poco atractivo visualmente	No reciclable Difícil de transportar
Vidrio transparente	Vidrio opaco	Vidrio transparente	Vidrio opaco
Muy apropiado para envasar un producto de calidad Reciclable Atractivo visualmente	Muy apropiado para envasar un producto de calidad Apropiado para envasar aceite para regalar Reciclable Atractivo visualmente	Caro	Caro

serva el aceite de oliva virgen extra. Sin embargo, de los cuatro envases analizados es el que recibe una valoración general peor por parte de los consumidores y se aproxima menos a lo que es un envase ideal. Con relación a los atributos más determinantes, se percibe como el más ligero en peso, fácil de transportar, barato y, sobre todo reciclable, lo que constituye un valor cada vez más importante en la sociedad. Entre sus puntos débiles, cabe destacar que no se percibe como apropiado para envasar un aceite de oliva de calidad, ni para envasar un aceite destinado para regalar y que es poco atractivo visualmente.

Cerámica. El envase de cerámica es, junto al tetra-pack, el otro tipo de envase con cierta singularidad y que también se percibe como bastante alejado de los atributos que debe presentar un "envase ideal". Así, se percibe como un envase muy atractivo visualmente y el más apropiado para envasar un aceite para regalar, junto con el envase de vidrio opaco. Como puntos débiles, presenta las carencias en los atributos "reciclable", "fácil de transportar" y "caro".

Vidrio. Los envases de vidrio presentan la mejor valoración global de los envases considerados, son los que se perciben como los envases de más calidad y son los que más se aproximan al perfil de lo que podría considerarse un "envase ideal u óptimo". Dentro de sus fortalezas, se perciben como apropiados para envasar un aceite de oliva de calidad, reciclable y atractivo visualmente. El envase de vidrio opaco se percibe, además, como muy adecuado para envasar un aceite para regalar. Sin embargo, el principal punto débil de los envases de vidrio es que son percibidos como caros.

Discusión

En un contexto dominante de compra de aceites de oliva vírgenes extra en régimen de autoservicio, el envase posee una gran im-

portancia en el conjunto de las decisiones de marketing de las empresas agroalimentarias, pudiendo considerarse en la actualidad como el último nexo entre el consumidor y el producto, "el vendedor silencioso".

En este contexto, entre los hallazgos de este trabajo, cabe destacar la similitud percibida por los consumidores entre los envases de vidrio transparente y vidrio opaco, así como su mayor adecuación al patrón de preferencias de los consumidores, por lo que cabe concluir que constituyen la mejor opción para el envasado de un aceite de oliva virgen extra, tanto por su versatilidad, como por el conjunto global de características que, a juicio de los consumidores, poseen estos envases.

Esta conclusión contrasta, en parte, con las obtenidas en otros trabajos de corte técnico a los que aludíamos en la revisión de la literatura, en los que, si bien se concluye que los envases de vidrio transparente y, sobre todo, de vidrio opaco, son apropiados para envasar aceite de oliva virgen extra al conservar mejor que otros sus atributos sensoriales y nutritivos, el envase de tetra-pack es el que mejor los conserva (Méndez y Falqué, 2007).

Estos resultados contradictorios, en buena medida, confirman la no existencia de convergencia entre la calidad objetiva o técnica y la calidad subjetiva o percibida por el consumidor y, en consecuencia, la necesidad que tienen las empresas oleícolas de innovar en el envasado de tal modo que ofrezcan al mercado envases que preserven la calidad de los aceites y que estén, a su vez, en sintonía con los atributos que valoran los consumidores. En este sentido, no se trata de que los consumidores no valoren los atributos relacionados con la conservación de las propiedades nutricionales y las características organolépticas del aceite, sino todo lo contrario, como han puesto de manifiesto al identificarlos como aquellos atributos, junto a "reciclable", "que mantenga una apariencia limpia" y "que no derrame", que han de estar muy presentes en un "envase ideal u óptimo". Sin embargo, los atributos relacionados con la conservación no son atributos determinantes, esto es, aquellos que permiten discriminar entre envases en la elección de los consumidores, siendo éstos los relacionados con el peso, el precio, la atracción visual, la adecuación para envasar un aceite de oliva virgen extra destinado a hacer un regalo, la facilidad de transporte, el carácter de reciclable y la adecuación para envasar un aceite de calidad.

Finalmente, cabe matizar que los resultados y conclusiones mostrados, sobre todo en relación a los atributos determinantes, son sensibles al conjunto de envases analizados, pues la inclusión de algún otro envase alteraría los indicadores de las diferencias percibidas entre envases. En este contexto, mientras que las sugerencias sobre las preferencias de los envases y las percepciones de los distintos envases son relativamente estables, la estructura de puntos fuertes y débiles de cada uno de ellos debe entenderse exclusivamente en un contexto de comparación con el resto de envases analizados.

Agradecimientos

A nuestra querida compañera Olga Senise Barrio, excelente profesora y luchadora incansable. In memoriam.

Bibliografía

Behaeghel J, 1991. Brand Packaging: The Permanent Medium. Architecture Design and Technology Press, London, 92 pp.

Ben Tekaya I, Ben Amor IBT, Belgaied S, El Atrache A, Hassouna M, 2007. Study of olive oil packaging in plastic materials. Sciences des Aliments 27: 214-233.

Brody AL, 2002. The role of food packaging in product development, en Side C (Ed.), Food Product Development: Based on Experience, Blackwell Publishing Company, Ames, IA, pp 151-169.

Dantas MIS, Minim VPR, Deliza R y Puschmann R, 2004. The effect of packaging on the perception of minimally processed products. Journal of International Food & Agribusiness Marketing 16: 71-81.

Deliza R, Macfie HJH, Hedderley D, Rosenthal A, Silva ALS, 2003. Consumer attitude towards information on non conventional technology. Trends in Food Science and Technology 14: 43-39.

Feig B, 1999. A Packaging Premier. Food Beverage Marketing Magazine, 18.

Francis JF, 2000. Packaging part1 – considerations, marketplace demands and driving forces, en Francis JF (Ed.), Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology, 2nd ed, vol 3, pp. 1807-1811.

Guil-Guerrero JL, Urda-Romacho J, 2009. Quality of extra virgin olive oil affected by several packaging variables. Grasas y Aceites 60: 125-133.

Hise RT, McNeal JU, 1988. Effective Packaging Management. Business Horizons 31: 47-51.

Kotler P, Keller KL, 2006. Dirección de Marketing. Editorial Prentice Hall, Madrid, 864 pp.

Lambin JJ, 1995. *Marketing estratégico.* Mc Graw-Hill, Madrid, España, 610 pp.

Lambin JJ, 2003. *Marketing estratégico*. Esic editorial, Madrid, España, 837 pp.

Lancaster KJ, 1966. A New Approach to Consumer Theory. The Journal of Political Economy 74: 132-157.

Löfgren M, 2005. Wining at the first and second moments of truth: an exploratory study. Managing Service Quality 15: 102-115.

McNeal JU, Ji MF, 2003. Children´s visual memory of packaging. The Journal of Consumer Marketing 20: 400-427.

Méndez AI, Falqué E, 2007. Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil. Food Control 18: 521-529.

Murray JM, Delahunty CM, 2000. Mapping consumer preference for the sensory and packaging attributes of cheddar cheese. Food Quality and Preference 11: 419-435.

Olson, JC, Jacoby J, 1972. Cue Utilization in the Quality Perception Process, en Venkatesan M (Ed.): Procedings of the Third Annual Conference of the Association for Consumer Research, Association for Consumer Research, Iowa City, pp. 167-179.

Oude PAM, Van Trijp HCM, 1995. Perceived quality: A market driven and consumer oriented approach. Food Quality and Preference 6: 177-183.

Park CW, Iyer E, Smith DC, 1989. The effects of situational factors on in-store grocery shopping behaviour: The role of store environment and time available for shopping. Journal of Consumer Research 15: 422-432.

Peters M, 1994. Good Packaging Gets Through to Fickle Buyers. Marketing 20: 10-12.

Pilditch J, 1973. The silent salesman. 2nd ed. Editorial Business Books Limited, Londres, 168 pp.

Pristouri G, Badeka A, Kontominas MG, 2010. Effect of packaging material headspace, oxygen and light transmission, temperature and storage time on quality characteristics of extra virgin olive oil. Food Control 21: 412-418.

Selame T, Koukos P, 2002. Is Your Package Shelf-Evident? Design Management Journal 13: 25-31.

Sharma R, Sharma PC, 2006. Storage behaviour of olive (Olea europaea L.) oil in different packages. Journal of Scientific & Industrial Research 65: 244-247.

Shell ER, 1996. Package Design: The Art of Selling All Wrapped Up. Smithsonian 27: 54-63.

Torres FJ, Murgado EM, Vega M, Gutiérrez M, 2010. Efectos del envase en la percepción de calidad de los aceites de oliva en un contexto de prueba. Revista de Estudios Empresariales. Segunda época 1: 129-143.

Tuorila H, Pangborn RM, 1988. Prediction of reported consumption of selected fat-containing foods. Appetite 11: 341-352.

Underwood RL, 2003. The Communication Power of Product Packaging: Creating Brand Identity Via Lived and Mediated Experience. Journal of Marketing Theory of Practice 11: 62-76.

Underwood RL, Klein N, Burke R, 2001. Packaging Communication: Attentional Effects of Product Imagery. Journal of Product and Brand Management 10: 403-422.

Underwood RL, Klein N, 2002. Packaging as Brand Communication: Effects of Product Pictures on Consumer Responses to the Package and Brand. Journal of Marketing Theory of Practice 10: 58-68.

Vekiari SA, Papadopoulou P, Kiritsakis A, 2007. Effects of processing methods and commercial storage conditions on the extra virgin olive oil quality indexes. Grasas y Aceites 58: 237-242.

Vekiari SA, Papadopoulou P, Koutsaftakis A, 2002. Comparison of different olive oil extraction systems and the effect of storage conditions on the quality of the virgin olive oil. Grasas y Aceites 53: 324-329.

Willey D, 1993. Brand management: only the strong survive. Journal of Business Strategy 14: 30-33.

(Aceptado para publicación el 26 de septiembre de 2012)

PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2013
DE LA
ASOCIACION INTERPROFESIONAL
PARA EL DESARROLLO AGRARIO

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) acordó en Asamblea General celebrada en mayo de 1983, instaurar un premio anual de Prensa Agraria, con el objetivo de hacer destacar aquel artículo de los publicados en ITEA que reúna las mejores características técnicas, científicas y de valor divulgativo, y que refleje a juicio del jurado, el espíritu fundacional de AIDA de hacer de transmisor de conocimientos hacia el profesional, técnico o empresario agrario. Se concederá un premio, pudiendo quedar desierto.

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podran concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder al premio serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2013. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
   a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
   b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
   c) Director Gerente del CITA (Gobierno de Aragón).
   d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
   e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
   f) Director del Instituto Pirenaico de Ecología.
4. El premio será anual y tendrá una dotación económica.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.

CIHEAM

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2011-12-13

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	* OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	26 Sep. 11/31 Mayo 12	Córdoba	UCO/JA/CSIC/COI/ INIA/IAMZ
	USO DE LA TELEDETECCIÓN PARA LA GESTIÓN DEL RIEGO	21-26 Nov. 11	Zaragoza	IAMZ/UE-Proyecto Telerieg
	PRODUCCIÓN DE MEDICAMENTOS A PARTIR DE PLANTAS	16-21 Ene. 12	Zaragoza	IAMZ
	USO DE LOS MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA VEGETAL	20 Feb./2 Mar. 12	Barcelona	IAMZ/IRTA/CRAG
	GESTIÓN DE MALAS HIERBAS EN LA AGRICULTURA ACTUAL	16-21 Abr. 12	Zaragoza	IAMZ/EWRS/SEMh/ IWSS
	* MEJORA GENÉTICA VEGETAL	1 Oct. 12/7 Jun. 13	Zaragoza	IAMZ/UdL
PRODUCCIÓN ANIMAL	* NUTRICIÓN ANIMAL	3 Oct. 11/8 Jun. 12	Zaragoza	IAMZ/UZ/FEDNA/ UPM
	* MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN	3 Oct. 11/29 Jun. 12	Valencia/ Barcelona	UPV/UAB/IAMZ/ IVIA/INIA/IRTA/ AGROALIMED
	CALIDAD DE LA CARNE Y DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN RUMIANTES	17-21 Sep. 12	Zaragoza	IAMZ
	NUEVOS DESARROLLOS EN METODOLOGÍAS DE DIAGNÓSTICO EN SANIDAD ANIMAL	14-18 Ene. 13	Zaragoza	IAMZ/OIE/FAO
	EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA	11-15 Mar. 13	Zaragoza	IAMZ/EAAP
	SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL (CARNE Y HUEVOS) DE LA REPRODUCCIÓN	6-10 Mayo 13 Barcelona	Zaragoza IVIA/INIA/IRTA/	IAMZ/ AGROALIMED

(*) **Cursos de Especialización de Postgrado** del correspondiente Programa Master of Science (* marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 12-13; 14-15; 16-17
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 11-12; 13-14; 15-16
- NUTRICIÓN ANIMAL: 11-12; 13-14; 15-16
- MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN: 11-12; 13-14; 15-16
- PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 12-13; 14-15; 16-17
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 11-12; 13-14; 15-16
- ACUICULTURA: 12-13; 14-15; 16-17
- GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE: 11-12; 13-14; 15-16

Se destinan primordialmente a titulados universitarios en vías de especialización de posgrado. No obstante se estructuran en unidades 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 los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente y Acuicultura finaliza el 4 de Mayo 2012. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y elaiotecnia finaliza el 15 de Abril 2013. El plazo de inscripción para los cursos de Nutrición animal, Mejora genética animal y biotecnología de la reproducción, Marketing agroalimentario y Gestión pesquera sostenible finaliza el 3 de Mayo 2013. El Estado Español reconoce el título Master of Science del CIHEAM otorgado a través del IAMZ como equivalente al título oficial de Máster del sistema universitario español.

Erasmus Mundus Master (** marcado con dos asteriscos en el listado). Se celebra todos los años. Para obtener mayor información y realizar la solicitud consulte la página web http://www.master-edamus.eu/

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.

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE RÍOS MEDITERRÁNEOS	19-24 Sep. 11	Zaragoza	IAMZ
	LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA PERSPECTIVA DEL CAMBIO GLOBAL	13-17 Feb. 12	Zaragoza	IAMZ/UE-Proyecto FUME
	SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL DE ZONAS RURALES	19-23 Mar. 12	Zaragoza	IAMZ
	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS GEOESPACIALES EN ESTUDIOS AMBIENTALES	11-22 Jun. 12	Zaragoza	IAMZ
	* PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	1 Oct. 12/7 Jun. 13	Zaragoza	IAMZ/UdL
	GESTIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES PARA AFRONTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SOCIOECONÓMICO	20-25 Mayo 13	Zaragoza	IAMZ/UE-Proyecto FUME
COMERCIALIZACIÓN	* MARKETING AGROALIMENTARIO	3 Oct. 11/8 Jun. 12	Zaragoza	IAMZ
	** MÁSTER ERASMUS MUNDUS EN GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS (EDAMUS)	Sept. 12-Jun. 14 / Sept. 13-Jun. 15	Montpellier y otros países del Consorcio	UM1/IAMM/ IAMZ/ UNIBAS/ IAMCh/ UMC
	NUEVAS OPORTUNIDADES PARA LA PROMOCIÓN Y EXPORTACIÓN DE LOS PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS	12-16 Nov. 12	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE MARKETING DE ACEITE DE OLIVA	25 Feb./1 Mar. 13	Zaragoza	IAMZ/COI
	INNOVACIÓN EN ENVASES DE PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS	15-19 Abr. 13	Zaragoza	IAMZ
PESCA Y ACUICULTURA	* GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE	17 Oct. 11/15 Jun. 12	Alicante	UA/MAGRAMA/ IAMZ
	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y LA SEGURIDAD DEL PESCADO Y DE LOS PRODUCTOS DE LA PESCA	17-21 Oct. 11	Derio	IAMZ/AZTI-Tecnalia/ FAO
	ANÁLISIS DEL RIESGO SANITARIO EN ACUICULTURA	12-16 Dic. 11	Zaragoza	IAMZ
	AVANCES EN REPRODUCCIÓN DE PECES Y SU APLICACIÓN AL MANEJO DE REPRODUCTORES	23-28 Ene. 12	Castellón	IAMZ/CSIC-IATS
	SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN Y SU APLICACIÓN EN ACUICULTURA	14-18 Mayo 12	Zaragoza	IAMZ
	* ACUICULTURA	15 Oct. 12/28 Jun. 13	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/IAMZ
	NUTRICIÓN DE PECES: SOSTENIBILIDAD Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS	22-26 Oct. 12	Zaragoza	IAMZ FAO
	ESTUDIOS DE MERCADO DE PRODUCTOS DEL MAR	10-14 Dic. 12	Zaragoza	IAMZ/FAO
	PROCESADO DE PRODUCTOS DEL MAR: TECNOLOGÍAS MODERNAS Y DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS	4-8 Feb. 13	Vigo	IAMZ/FAO/ANFACO-CECOPESCA
	USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN PESCA Y ACUICULTURA	10-21 Jun. 13	Zaragoza	IAMZ

Becas. 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.

No obstante, en algunos cursos coorganizados con otras instituciones pueden existir becas destinadas a candidatos de algunos países no miembros del CIHEAM. Se recomienda consultar el correspondiente apartado de becas en el folleto informativo que se edita específicamente para cada uno de los cursos programados.

Información e inscripción. Los folletos informativos de cada curso se editan 6-8 meses antes de la fecha de inicio. Dichos folletos, así como los correspondientes formularios de solicitud de admisión pueden solicitarse a la dirección del IAMZ u obtenerse directamente de la página web:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Avenida de Montañana 1005, 50059 Zaragoza (España)
Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA

XVIII CONGRESO INTERNACIONAL ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Lleida 24, 25 y 26 de abril de 2013

AVANCE PROGRAMA

Dr. STEPHEN LeBLANC
(Ontario Veterinary College, University of Guelph - Ontario - Canada)
Ponencias:
– Metabolismo e inmunidad de la vaca en transición
– Programas de diagnostico y monitorización de la vaca en transición
– Terapia de los problemas metabólicos y reproductivos

D. JOSÉ MANUEL VALLE RUEDA
(SERIVET - Asturias)
Ponencia: **Aspectos clínicos de las enfermedades metabólicas**

DR. ALEX SOUZA
(Corporate Technical Manager, Ruminant Reproduction; CEVA SA - Brasil)
Ponencias:
– Decisiones en protocolos de sincronización en granjas de alto rendimiento
– Uso de semen no sexado y sexado en programas de sincronización en vacas de leche y de carne

DR. FREDERIC ROLLIN
(Universidad de Lieja - Bélgica)
Ponencias:
– El síndrome de estrés respiratorio en terneros neonatos a término
– Clínica de los microminerales

DR. FRANZ J. CONRATHS
(FLI: Friedrich-Loeffler-Institute – Alemania)
Ponencia: **Situación actual de la enfermedad de Schmallenberg en ganado vacuno**

D. IGANCIO ARNAIZ SECO
(Laboratorio de Sanidad y Producción de la Xunta de Galicia)
Ponencia: **Programas sanitarios en tiempos de crisis**

D. VIC CORTESSE
(PFIZER ANIMAL HEALTH - USA)
Ponencias:
– La inmunidad del ternero en cebadero y su aplicación práctica en los programas sanitarios
– Epidemiología de la enfermedad respiratoria bovina en el cebadero. ¿Qué papel juegan el virus respiratorio sincitial, la *Mannheimia haemolytica* y el *Micoplasma bovis*? Estrategías de control

DR. FRANCISCO UZAL
(Universidad de California).
Ponencias:
– Enteroxemias
– Clostridiosis histotóxicas

DR. OCTAVIO CATALÁN
(INZAR S.A.- Zaragoza)
Ponencia: **Mercado Internacional de cebo. Posición competitiva de España y los países emergentes**

D. OMAR BELLENDA
(TAPRA - Uruguay)
Ponencia: **El ecógrafo en la gestión de cebaderos**

D. ÁNGEL MIRANDA:
(Coop. Os Irmandiños - Lugo)
Ponencia: **Manejo de alimentos en granja**

D. ANTONIO PALLARES
(ESADE. Universidad Ramón Llull - Barcelona)
Ponencia: **Manejo de explotaciones en épocas de crisis**

D. OCTAVI FARGAS
(Asesor Granjas Lecheras, VAPL S.L.P., - Cataluña)
Ponencia: **Gestión de la reproducción en granjas de alta producción**

D. JULIÁN BELVEZE
(Institute de L´Elévage - Francia)
Ponencia: **Utilización de praderas en vaca nodriza**

D. RAFAEL ALENDA
(Universidad Politécnica de Madrid
Ponencia: **La mejora genética como opción de rentabilidad en los rebaños de vacas de carne**

DÑA. NINA VON KEYSERLINGK
(Universidad de British Columbia - Canadá)
Ponencias:
– Buenas prácticas de manejo en la cría de terneros y terneras
– Como incrementar la productividad a través del bienestar de las vacas

PONENTE A DETERMINAR

Ponencia: **Resistencias bacterianas: un problema de salud pública. ¿Cómo pueden condicionar el uso de antibióticos en la clínica bovina?**

D. GONZALO GINER
(Madrid)
Ponencia magistral: **Una profesión de entusiastas**

MESA REDONDA: Calidad de leche

INSCRIPCIÓN EN AIDA

* Si desea Ud. pertenecer a la Asociación, rellene la ficha de inscripción y envíela a **Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario**. Avda. Montañana 930. 50059 Zaragoza.

Si elige como forma de pago la domiciliación bancaria, adjunte a la hoja de inscripción el impreso de domiciliación sellado por su banco.

También puede hacer una transferencia a la cuenta de AIDA (CAI, Ag. 2, Zaragoza, nº 2086-0002-12-3300254819) por el importe de la cuota anual (39 euros)

Apellidos ..... Nombre .....

NIF .....

Dirección postal .....

Teléfono ..... Fax ..... E-mail .....

Empresa .....

Área en que desarrolla su actividad profesional .....

En ....., a ..... de ..... de 20.....

Firma:

FORMA DE PAGO (CUOTA ANUAL: 39 EUROS)

❏ Cargo a cuenta corriente (rellenar la domiciliación bancaria)

❏ Transferencia a la cuenta de AIDA

DOMICILIACIÓN BANCARIA

Sr. Director del Banco/Caja .....

Muy Sr. mío:

Ruego a Vd. se sirva adeudar en la siguiente cuenta corriente (20 dígitos)

.....

que mantengo en esa oficina, el recibo anual que será presentado por la **"Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario".**

Atentamente,

En ....., a ..... de ..... de 20 ..... Sello de la Entidad:

Firmado: