ITEA (2002), Vol. **98A N.° 2,** 185-194

EL BIENESTAR DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS

J.L. Campo, M.G. Gil, S.G. Dávila

Departamento de Mejora Genética, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria, Apartado 8111, 28080 Madrid

RESUMEN

Se presentan distintos aspectos relacionados con el bienestar de los animales domésticos, desde su utilización como criterio de selección complementario en los programas de mejora, hasta los indicadores del bienestar más utilizados, y los aspectos genéticos del bienestar. Se dedican dos apartados especiales al bienestar de las gallinas y al de los cerdos, y se termina con los principales estudios relacionados con el bienestar efectuados con las razas de gallinas españolas conservadas por el INIA.

Palabras clave: Bienestar, Comportamiento, Estrés, Gallinas, Cerdos.

SUMMARY
FARM ANIMAL WELFARE

This paper deals with fundamental aspects of animal behaviour and summarises the use of welfare traits as selection criterion in breeding programs, the most accepted welfare indicators, and the genetics of welfare. It includes two sections concerning the welfare of poultry and pigs, and several results obtained in different Spanish breeds of chickens.

Key words: Welfare, Behaviour, Stress, Poultry, Pigs.

El bienestar animal como criterio de selección adicional en los sistemas de producción

El tiempo en el que la selección se basaba sólo en los caracteres productivos ya ha pasado, y hay que seleccionar además para otros criterios adicionales como calidad, diversidad, y bienestar. Los animales seleccionados para alta eficiencia productiva tienen problemas fisiológicos, inmunológicos y de comportamiento que reducen su bienestar, y por otra parte, la aplicación de las técnicas modernas de reproducción y manipulación del ADN puede resultar en mayores problemas todavía. La discusión sobre bienestar animal se ha centrado en problemas relacionados con el alojamiento, el manejo, la ingeniería genética y las técnicas de reproducción, aunque se ha dado menos atención a los efectos colaterales de la selección para eficiencia productiva. La emergencia del interés social por el bienestar animal ha sorprendido más a los que menos deberían sorprenderse (granjeros), aunque el mejorador ha aprendido que es más fácil cambiar la biología del animal que

las preferencias del consumidor. Éstas, junto con los requerimientos legales y las restricciones biológicas, son los factores claves que determinan los objetivos de mejora.

Los defensores del bienestar animal argumentan que es posible económicamente alterar el sistema de producción a favor del bienestar, mientras que los productores argumentan que el bienestar es mejor que en el pasado. Las actitudes varían entre individuos y países, desde los que creen que los animales pueden ser tratados de cualquier forma hasta los que lastimarían antes a una persona que a un animal. Algunos tienen la opinión de que las únicas condiciones adecuadas son las que existen en la naturaleza y, según esto, lo extensivo sería bueno y lo intensivo sería malo. Sin embargo, la naturaleza y lo extensivo pueden tener problemas de bienestar debido a predadores, condiciones físicas extremas y enfermedades, aunque parece claro que lo intensivo produce bienestar pobre y que cuando las prácticas de producción intensiva aumentan las enfermedades crónicas también lo hacen. En general, el bienestar mejorado conduce a una producción también mejorada. La mayor aceptación de un sistema de producción debería esperarse cuando se beneficiase a la sociedad (alta calidad alimenticia e impacto ecológico sostenible), a los granjeros (beneficio adecuado a su trabajo), y a los animales (buena calidad de vida).

Si un animal no puede satisfacer una necesidad determinada tendrá poco bienestar. Las necesidades de un animal son de tres categorías (HURNIK y LEHMAN, 1988): 1) necesidades que si no son satisfechas producen la muerte rápida; 2) necesidades que si no son satisfechas producen enfermedades, deterioro progresivo y finalmente la muerte; 3) necesidades de confort que si no son satisfechas producen estereotipos y otras aberraciones del comportamiento. El fallo permanente en satisfacer las necesidades de confort puede tener peores consecuencias que el fallo temporal en satisfacer las necesidades de salud.

Para evitar problemas de bienestar, los animales tienen que estar libres de estrés. Sin embargo, demasiado o poco estrés es indeseable y un cierto nivel de estrés ("óptimo") puede ser ventajoso para mantener las funciones biológicas normales. El sistema simpático-médula adrenal y el sistema hipotálamo-hipófisis-corteza adrenal alteran las funciones biológicas para movilizar las reservas de energía a costa del sistema inmunológico y del crecimiento. Tal alteración es apropiada cuando la respuesta de comportamiento al estrés permite al animal evitar al agente estresante. Sin embargo, en la producción intensiva los animales no pueden escapar y la respuesta puede continuar y producir ajustes importantes del sistema nervioso autónomo y del neuroendocrino, colocando al animal a riesgo de enfermedades, fallos de reproducción, crecimiento reducido o comportamiento aberrante.

Indicadores del bienestar animal

Los estímulos externos o internos son canalizados por el sistema nervioso hasta el hipotálamo. Una vez que el estresante ha sido percibido, se ponen en marcha dos mecanismos (SIEGEL, 1980): 1) el sistema simpático-médula adrenal responsable de la huída o lucha (fase de emergencia), que puede tener un impacto fisiológico intenso pero es de corta duración; 2) el sistema hipotálamo-hipófisis-corteza adrenal, asociado con la fase adaptativa del síndrome de adaptación general, que interviene cuando

el sistema biológico falla en hacer frente al estresante y se suprime la actividad relacionada con el comportamiento. Así pues, cuando se requiere una respuesta al estrés a corto plazo intervienen el sistema nervioso simpático y la médula adrenal, mientras que a largo plazo intervienen la hipófisis y la corteza adrenal.

La suposición de que el estrés se refiere a un simple fenómeno fisiológico (nivel de corticosterona por ejemplo) es indeseable, y un solo carácter fisiológico o de comportamiento no puede contestar las cuestiones relativas a la calidad de vida de varios sistemas de producción alternativos, especialmente cuando hay estresantes permanentes y sutiles. Para medir el bienestar es preferible usar distintos criterios simultáneamente, tanto fisiológicos e inmunológicos, como aquéllos relacionados con la salud, la reproducción, la productividad y el comportamiento (miedo, dolor, frustración). Sin embargo, una dificultad obvia es que la respuesta dependerá del peso dado a cada componente, y otra es que cada componente puede producir diferentes respuestas. Dado que el comportamiento tiene un papel particularmente importante que desempeñar en el bienestar, muchos investigadores usan el comportamiento como el principal o el único indicador del bienestar. Por el contrario, el uso de la reducción en aptitud biológica (mortalidad, retraso reproductivo, reducción en número de hijos, etc.) como criterio de estrés es complicado.

Los animales pueden ser estresados físicamente (temperatura, hambre, sed, daño, ruido, etc.) o psicológicamente (sujeción, manejo, novedad). Los indicadores de problemas de bienestar a corto plazo incluyen el ritmo cardíaco, el ritmo respiratorio, la alteración de la función adrenal, y la de la química cerebral. El estrés aumenta los niveles de colesterol, y produce heterofilia y linfopenia. Otro indicador fisiológico es la calidad de la carne después del sacrificio (pálida-suave-exudativa debida a glicolisis, ácido láctico y descenso de pH), y la calidad externa (cáscara rosa) o interna (manchas de sangre) del huevo. La asimetría fluctuante de caracteres morfológicos bilaterales también está relacionada con el estrés. Dos indicadores relacionados con el comportamiento son el pasotismo ante el mundo que rodea al animal, y los estereotipos (secuencia de movimientos repetidos sin ningún objetivo). Cuando hay estrés a largo plazo, ocurren inicialmente las mismas respuestas que en el estrés a corto plazo, aunque algunas cesan posteriormente y pueden ser reemplazadas por otras. La respuesta de la médula adrenal es muy breve mientras que la de la corteza adrenal, aunque más prolongada, disminuye al cabo de poco tiempo. Finalmente, los animales pueden escapar del estrés prolongado por autonarcotización con opiáceos naturales (endorfinas).

Los indicadores de estrés más aceptados son (SIEGEL, 1995) el nivel de corticosterona y el cociente entre heterófilos y linfocitos (en aves), o entre neutrófilos y linfocitos (en mamíferos). Los heterófilos son las ventanas que muestran el estado de salud del animal, y responden a problemas relacionados con el estrés; la diferencia con los neutrófilos de los mamíferos es que no tienen mieloperoxidasa. Las condiciones que producen niveles altos de corticosterona prolongados o frecuentes producen linfopenia. Es esencial distinguir entre estrés agudo y estrés crónico; en el primer caso suele usarse el nivel de corticosterona; en el segundo caso es preferible el cociente entre heterófilos y linfocitos (GROSS y SIEGEL, 1983), aunque su valor es limitado para estrés agudo ya que aparece heteropenia. Existen tres valores característicos del cociente entre heterófilos y linfocitos

(GROSS y SIEGEL, 1993): 0,2 para estrés bajo, 0,5 para estrés "óptimo" y 0,8 para estrés alto.

El miedo es el principal estresante psicológico y depende de factores genéticos y de experiencias previas. La duración de la inmovilidad muscular inducida en aves es un buen indicador del bienestar psicológico asociado con el miedo (GALLUP, 1979), lo mismo que la prueba del laberinto en T (MARIN *et al.*, 1997), la prueba del campo abierto (FAURE, 1975), la prueba de emergencia (MURPHY y WOOD-GUSH, 1978), y la respuesta a objetos desconocidos (JONES, 1987). La inmovilidad muscular es una respuesta normal de las aves contra los predadores (muerte fingida) y cuando ocurre en mamíferos (FRASER, 1960), como un problema de comportamiento, se caracteriza por un bajo nivel de reacción a un estímulo tal que normalmente haría al animal cambiar de postura. No está claro si la inmovilidad muscular mostrada por otros animales domésticos es homóloga a la de las gallinas, aunque las circunstancias implicadas (transporte, movimiento forzado de grupos, manejo de animales atados, dolor, persecución en sitios cerrados) son las mismas. Las características principales de esta inmovilidad muscular son estrés, ausencia de patologías físicas, movimientos de cabeza, ojos, orejas y patas, y sensibilidad a la electricidad.

Las dos estrategias para medir el bienestar animal son (BROOM, 1988): 1) medir el bienestar bajo usando varios indicadores; 2) reconocer el bienestar alto por libre elección del animal. En el primer caso, puede ser útil usar una sola medida para indicar que el bienestar es pobre; el problema aparece cuando el indicador no muestra que el bienestar es pobre, porque esto no significa necesariamente que no haya problemas de bienestar. En el segundo caso, la principal técnica es observar la preferencia del animal y cuantificar lo que está dispuesto a trabajar para conseguirla. El experimento más simple para medir el bienestar alto envuelve sólo dos posibilidades de elección, y tiene dos aspectos negativos principales: el animal puede elegir lo que no es bueno para él (comer en exceso por ejemplo), y la acción requerida para hacer la elección puede ser sencilla y no indicar la importancia de ésta. En cualquier caso, la elección (lo que gusta o disgusta al animal) es la clave para entender su salud psicológica.

Hay tres aspectos principales relacionados con los indicadores del bienestar psicológico: 1) ¿hay indicadores generales del bienestar? Esto es poco probable, aunque existen indicadores generales del bienestar cuya eficacia hay que demostrar y no suponer; 2) ¿son distintos los indicadores del bienestar alto y los del bienestar bajo? Si el nivel elevado de corticosterona, ritmo cardíaco o ritmo respiratorio, es más frecuente en situaciones indeseables, también ocurre en situaciones deseables como el sexo o la posibilidad de comida. El cambio en los indicadores anteriores es más bien una preparación a corto plazo para la acción, sea ésta agradable o desagradable, y aún tomando muchas medidas fisiológicas diferentes no distinguiremos ambas acciones; 3) ¿cualquier cambio en el indicador significa un cambio en el bienestar? No se debería concluir que cualquier cambio es indicativo de bienestar bajo, ya que muchos indicadores del bienestar sólo difieren de la respuesta natural en detalles de forma, frecuencia o duración; por ejemplo, el incremento de corticosterona como respuesta a un predador es algo natural, pero el incremento permanente no es natural e indica problemas de bienestar.

Genética del bienestar animal

La domesticación ha cambiado mucho a los animales pero ha cambiado poco su comportamiento. Este proceso, que suponía medio y nutrición nuevos, confinamiento, y contacto estrecho con el hombre, fue estresante y resultó en selección para tolerancia al estrés. Esta selección desestabilizante para resistencia al estrés (BELYAEV, 1979) resultó a su vez en respuestas correlacionadas en anatomía, fisiología y comportamiento. Los animales sujetos a domesticación evolucionan siempre en la misma dirección debido a la selección para comportamiento, que tiene dos consecuencias principales: cambios en el sistema responsable del estrés, y cambios en el sistema responsable de la agresividad. La selección para comportamiento induce novedades morfológicas, y produce una desestabilización temporal en el desarrollo (asimetría fluctuante). Los animales salvajes seleccionados para temperamento tranquilo pierden su reproducción estacional, tienen pelaje blanco y negro, y actúan como los domésticos. Aunque la genética del comportamiento ha tenido un papel importante durante la domesticación, no ocurre así en los programas de mejora modernos. El único ejemplo es la selección contra el cloqueo en gallinas ponedoras, como un subproducto de la selección para la puesta de huevos; en la actualidad, muchas estirpes ya no muestran síntomas de cloquear.

Es muy probable que en el futuro se intensifique la selección genética para modificar el comportamiento, ya que una solución para reducir el daño de comportamientos anómalos en los animales domésticos es utilizar poblaciones sin esos comportamientos. Los caracteres esenciales en estado salvaje (como el cloqueo) pueden no serlo en cautividad, y la mayoría podrían ser eliminados por selección, de forma que los animales no estuviesen frustrados por la ausencia de su expresión.

El estudio de la genética del bienestar atrae poco a los investigadores por tres razones: 1) la heredabilidad de los indicadores utilizados es baja (esto no es correcto); 2) los indicadores son difíciles de medir (esto es verdadero); 3) los indicadores no tienen distribución normal (se utilizan cambios de variable o métodos no paramétricos). Los estudios genéticos relacionados con la selección de indicadores del bienestar han sido de varios tipos: definición del parámetro de bienestar, estimación de su heredabilidad, búsqueda de algún marcador genético asociado, estimación de correlaciones genéticas y búsqueda de antagonismos entre producción y bienestar, y selección para el indicador de bienestar o por medio de un índice con valoración positiva para la producción y negativa para el miedo (MUIR y CRAIG, 1998). La selección para poco miedo produce animales más fáciles de capturar y puede beneficiar tanto al bienestar como a la producción.

La heredabilidad es generalmente de magnitud moderada (0,25-0,50): inmovilidad muscular en gallinas (CRAIG y MUIR, 1989), inmovilidad muscular en codornices (GERKEN y PETERSEN, 1992), inmovilidad muscular en cerdos (HEMSWORTH *et al.*, 1990), y comportamiento de la cerda que supone un peligro para sus lechones (MCGLONE *et al.*, 1991). Diferentes genotipos pueden responder de forma distinta al estrés, y la interacción genotipo-medio es importante en la tolerancia al estrés. Los genes mayores que afectan al comportamiento y al bienestar son raros, y el único ejemplo conocido es el alelo recesivo en el locus del halotano en porcino.

Hay un número significativo (13) de marcadores genéticos afectando a la asime-

tría fluctuante, pero no a la asimetría direccional, para seis medidas del esqueleto en ratones (LEAMY *et al.*, 1998), y un número significativo (16) de marcadores genéticos afectando a la asimetría direccional, pero no a la asimetría fluctuante, para diez medidas de la mandíbula.

Existe asociación negativa entre la inmovilidad muscular y el crecimiento, y entre los indicadores de bienestar y la calidad. Los pavos seleccionados para peso alto tienen más miedo (NÉSTOR *et al.*, 1996), indicado por el menor número de inducciones necesarias para conseguir una inmovilidad muscular más duradera.

La selección ha tenido éxito en muy pocas generaciones en gallinas para la duración de la inmovilidad muscular (GALLUP, 1974), el estrés social (GROSS *et al.*, 1984), el comportamiento anterior a la puesta (MILLS *et al.*, 1985), y el canibalismo (CRAIG y MUIR, 1993), en pavos para nivel de adrenalina en respuesta al frío (BROWN y NESTOR, 1974), y en codornices para nivel de corticosterona en respuesta a la inmovilización (SATTERLEE y JOHNSON, 1988). En codornices, la selección divergente para duración de la inmovilidad muscular o para nivel de corticosterona, en respuesta a la sujección mecánica, redujo el miedo a nuevos lugares, cosas, o personas (JONES *et al.*, 1999); las líneas con duración de la inmovilidad muscular corta y nivel de corticosterona bajo tenían menor reducción en calidad de producto y peso corporal inducidos por el estrés, respectivamente. La rapidez de la divergencia sugería la existencia de un gen mayor.

El bienestar de las gallinas

Las gallinas ponedoras se mantuvieron en sistemas de producción al aire libre hasta 1950. Luego hubo un cambio al sistema de producción sobre yacija durante 10-15 años, seguido de un cambio al sistema de jaulas, y de una pequeña vuelta desde éste último a los dos anteriores en años recientes. El canibalismo es más frecuente en los sistemas intensivos y en los híbridos ligeros. Los animales al aire libre tienen una incidencia de enfermedades parasitarias (coccidiosis y helmintiasis) diez veces mayor, una incidencia alta de predadores, y están sometidos a condiciones climatológicas extremas. Su bienestar desde estos puntos de vista puede ser escaso, pero estos problemas pueden resolverse con un alojamiento bien diseñado.

El sistema de producción sobre yacija es el usual para reproductoras y es aceptable para la producción comercial de huevos, excepto por el coste adicional que supone la recogida de huevos puestos en el suelo. Las gallinas tienen libertad de movimientos (aunque hay limitaciones sociales), casi todas las actividades relacionadas con el comportamiento son posibles, y el picaje es raro. Los problemas de bienestar se originan por el aumento de enfermedades víricas y bacterianas, y por el canibalismo, aunque la incidencia de este último es menor en aviarios. En los gallineros de reproductoras, las gallinas dominantes en la escala social se aparean menos frecuentemente que las subordinadas, mientras que los gallos dominantes lo hacen con más frecuencia que los subordinados. Hay que tener en cuenta que los lotes de más de 80 aves se separan en dos o más órdenes de picaje.

Las jaulas permiten la separación total de los animales y las heces, y ésta es su mayor ventaja. Muchos de los problemas de una gallina enjaulada son las actividades relacionadas con el comportamiento que no puede hacer: moverse, aletear, aselarse, construir un nido para la puesta, escarbar,

bañarse en arena, y picotear. Las consecuencias principales son la frustración, el picaje, y las anomalías del crecimiento (principalmente osteoporosis, huesos rotos, y problemas de patas). Las jaulas producen síntomas de frustración extrema en el período anterior a la puesta, y los estereotipos son muy difíciles de eliminar en este período. Las jaulas modificadas, con aseladeros, nidal y baño de arena, deberían resultar en un mejor bienestar de las ponedoras.

Actualmente, se necesita investigación sobre sistemas alternativos para gallinas ponedoras, identificación de poblaciones que no requieran corte de pico, y métodos menos estresantes de inducción de muda. Para alojamientos alternativos, el emplume bien desarrollado y el comportamiento dócil son caracteres prioritarios para la selección; la calidad del emplume de hermanos y medio-hermanos alojados en la misma jaula se usan para estimar el valor genético aditivo de un animal (PREISINGER, 2001). También hay que tener en cuenta que con bajos niveles de iluminación se pueden reducir los problemas de canibalismo, picaje, histeria y comportamiento agonístico.

El bienestar del pollo de carne, producido sobre yacija, está menos estudiado que el de la gallina ponedora. La densidad alta de animales es el mayor problema de bienestar, y el efecto del fotoperíodo ha sido estudiado ampliamente para reducir sus repercusiones negativas. El número de lesiones por picaje es menor en celdas enriquecidas con paja añadida a la yacija, cadenas cromadas y barras coloreadas como objetivos alternativos de picaje. Se necesita una estirpe nueva que pueda producirse extensivamente, y la mejor estrategia para hacer una población de pollo campero, con la producción equilibrada con el bienestar, es seleccionar para ausencia de canibalismo. En este sentido, las líneas seleccionadas para duración más corta de la inmovilidad muscular tienen menor incidencia de canibalismo.

El bienestar de los cerdos

En cerdos sometidos a estrés, los aumentos del cociente entre neutrófilos y linfocitos (WIDOWSKI *et al.*, 1989) reflejan aumentos a corto plazo en el nivel de corticosterona, apareciendo neutrofilia y linfopenia. La inmovilización de lechones es un estresante agudo, y en los estudios de inmovilidad muscular (KANITZ *et al.*, 1999) se tienen dos minutos boca arriba, sujetos por las patas, y se mide la frecuencia de los intentos de escape y de las vocalizaciones. Las enfermedades relacionadas con el estrés incluyen úlceras gástricas y el síndrome de la muerte súbita.

Los cerdos prefieren un extensivo y variado ambiente al aire libre. Pasan mucho tiempo hozando, y el uso de arena en ambientes cerrados aumenta el bienestar, mientras que la preferencia por la paja en vez de la viruta no está tan clara.

Un problema importante de bienestar es el aplastamiento de los lechones por la cerda, ya que la selección genética ha producido una cerda muy grande pero mucho menos cambio en el tamaño de los lechones. Antes del parto la cerda tendrá tendencia a construir un nido, y la incapacidad de hacerlo cuando el ambiente es inadecuado le producirá frustración. La mordedura del rabo entre animales crea muchos problemas a la industria porcina, y es más corriente en la raza Landrace (GADD, 1967).

El destete (comercialmente a las 3-4 semanas en vez de a las 10 semanas o más) es traumático para los lechones, y produce

cambios fisiológicos y comportamientos anómalos como succionamientos a su propio cuerpo, al de otros, o a objetos inanimados, peleas etc. El cociente entre neutrófilos y linfocitos se incrementa significativamente un día después del destete (PUPPE *et al.*, 1997).

La mortalidad durante el transporte es mayor en la raza Pietrain, y la raza Landrace es más vulnerable que la raza Large White (SYBESMA *et al.*, 1978). La aparición de mayor número de cerdos con anomalías del comportamiento en los mataderos está relacionada con la selección para carne magra (GRANDIN, 1997).

Estudios de bienestar en las gallinas del programa de conservación del INIA

El ayuno disminuyó significativamente la duración de la inmovilidad muscular en seis razas diferentes (CAMPO y ÁLVAREZ, 1991); aunque la interacción tratamiento-raza era significativa, la inmovilidad muscular era siempre menor en el grupo tratado que en el control; había efectos heteróticos negativos en el cruce Castellana Negra x Prat Leonada, y menor duración de la inmovilidad muscular en las razas ligeras en comparación con las semipesadas. La adición de óxido de zinc al pienso, para inducir la muda del plumaje, disminuía significativamente la inmovilidad muscular (CAMPO y ALVAREZ, 1992).

La adición de corticosterona al pienso aumentó significativamente la duración de la inmovilidad muscular, combinada con el número de intentos necesarios para inducirla, en ocho razas diferentes (CAMPO y CARNICER, 1994); la temperatura alta disminuía significativamente la inmovilidad muscular, mientras que la temperatura baja mostraba interacción significativa con la raza, y disminuía significativamente la inmovilidad muscular en una de ellas; las gallinas capturadas en el nidal tenían menor duración de la inmovilidad muscular que las gallinas del control. La adición de colesterol al pienso tenía interacción significativa con la raza (CAMPO y CARNICER, 1995), incrementando significativamente la inmovilidad muscular en una de ellas y disminuyéndola significativamente en otra.

La adición de tocoferol al pienso (CAMPO y DÁVILA, 2002a) reducía significativamente el cociente de leucocitos en gallinas estresadas por el calor, lo mismo que sucedía con la adición de niacina, mostrando las gallinas tratadas linfofilia significativa en ambos casos; la adición de ácido láctico aumentaba significativamente el valor del cociente, mostrando heterofilia significativa.

La duración de la inmovilidad muscular fue significativamente más corta en las gallinas que ponían los huevos de cáscara rosa (CAMPO y REDONDO, 1996) en comparación con las que los ponían de cáscara marrón normal. El cociente entre heterófilos y linfocitos era significativamente más alto en el primer grupo, presentando las gallinas heterofilia y linfopenia significativas. Las gallinas que ponían huevos de cáscara marrón con manchas oscuras no diferían en su inmovilidad muscular o en su cociente de leucocitos de las gallinas control (CAMPO y REDONDO, 1995). La correlación entre inmovilidad muscular y cociente de leucocitos era negativa y significativa (CAMPO y REDONDO, 1997).

La duración de la inmovilidad muscular era más corta en gallinas que ponían huevos con manchas internas (CAMPO y GIL, 1998) en comparación con las gallinas control; el cociente entre heterófilos y linfocitos era

significativamente más alto en el primer grupo, mostrando las gallinas heterofilia significativa. La incidencia de manchas internas era mayor en los huevos de cáscara rosa.

La madurez sexual producía diferencias significativas tanto en hembras como en machos (CAMPO *et al.*, 1999); las pollitas maduras tenían menor duración de la inmovilidad muscular que las inmaduras, mientras que los pollitos maduros tenían mayor duración que los inmaduros; el cociente de leucocitos era significativamente mayor en las pollitas maduras que en las inmaduras.

La duración de la inmovilidad muscular tenía correlación positiva y significativa con la asimetría fluctuante media para tres caracteres morfológicos en las hembras de una raza (CAMPO *et al.*, 2000). La asimetría fluctuante media para tres caracteres sexuales secundarios en los machos no tenía correlación significativa con la inmovilidad muscular o el cociente de leucocitos (CAMPO *et al.*, 2002).

El cociente entre heterófilos y linfocitos era significativamente menor en las gallinas capturadas durante un baño de arena (CAMPO y MUÑOZ, 2001) en comparación con las del control, teniendo las gallinas del primer grupo heteropenia significativa; la duración de la inmovilidad muscular era similar en ambos grupos.

Las gallinas mal emplumadas (CAMPO *et al.*, 2001) tenían duración de la inmovilidad muscular más corta y cociente de leucocitos más alto que las gallinas bien emplumadas.

El manejo de las gallinas en posición invertida (por las patas) acortaba significativamente la duración de la inmovilidad muscular (CAMPO, 2001) en comparación con el manejo de las gallinas por las alas.

Las gallinas alojadas con una proporción de sexos 1:1 (CAMPO y DÁVILA, 2002b) tenían un cociente de leucocitos significativamente más alto que las gallinas alojadas con una proporción 1:11, y un tamaño de grupo de 12 aves o 60 aves; la proporción 1:3 y la 1:5 no diferían significativamente de la 1:1; el efecto del tamaño de grupo era significativo con la proporción 1:1 pero no con la 1:11; los gallos alojados con una proporción 1:1 y un tamaño de grupo de 60 aves mostraban inmovilidad muscular significativamente más corta que los alojados con una proporción 1:11.

El efecto del fotoperíodo (23:1 o 14:1) no tenía efectos significativos sobre el cociente entre heterófilos y linfocitos (CAMPO y DÁVILA, 2002c), aunque las gallinas alojadas con 23 horas de luz mostraban inmovilidad muscular más larga que las alojadas con 14 horas de luz.

La heredabilidad realizada en un experimento de selección para disminuir la duración de la inmovilidad muscular era 0,32 (CAMPO y CARNICER, 1993); había efectos heteróticos negativos en los cruces Leghorn x Castellana y Prat Leonada x Prat Blanca. La heredabilidad del cociente de leucocitos estimada por REML (CAMPO y DÁVILA, 2002d) fue 0,59; el cruce Castellana Codorniz x Leghorn Blanca mostraba efectos heteróticos negativos significativos.

Bibliografía

BELYAEV D.K., 1979. J. Hered. 70, 301-308.

BROOM D.M., 1988. Appl. Anim. Behav. Sci., 20, 5-19.

BROWN K.I., NESTOR K.E., 1974. Poult. Sci. 53, 1297-1306.

CAMPO J.L., 2001. 6th Poult. Welfare Europ. Symp. 1, 228-231.

CAMPO J.L., ÁLVAREZ C., 1991. Europ. Poult. Sci. 55, 19-22.

CAMPO J.L., ÁLVAREZ C., 1992. XIX World's Poult. Congr. 2, 417.

CAMPO J.L., CARNICER C., 1993. Poult. Sci. 72, 2193-2199.

CAMPO J.L., CARNICER C., 1994. Europ. Poult. Sci. 58, 75-78.

CAMPO J.L., CARNICER C., 1995. 46th EAAP Meeting 1, 63.

CAMPO J.L., DÁVILA S.G., 2002a. Europ. Poult. Sci. 66, 80-84.

CAMPO J.L., DÁVILA S.G., 2002b. Poult. Sci. 81, 1-5.

CAMPO J.L., DÁVILA S.G., 2002c. Poult. Sci. 81.

CAMPO J.L., DÁVILA S.G., 2002d. Poult. Sci. 81.

CAMPO J.L., GIL M.G., 1998. Poult. Sci. 77, 1743-174.

CAMPO J.L., MUÑOZ I., 2001. Europ. Poult. Sci. 65, 88-91.

CAMPO J.L., REDONDO A., 1995. Europ. Poult. Sci. 61, 267-269.

CAMPO J.L., REDONDO A., 1996. Poult. Sci. 75, 155-159.

CAMPO J.L., REDONDO A., 1997. 5th Poult. Welfare Europ. Symp. 1, 163-164.

CAMPO J.L., GIL M.G., ALONSO M., MUÑOZ I., 1999. Europ. Poult. Sci. 63, 1-5.

CAMPO J.L., GIL M.G., MUÑOZ I., ALONSO M., 2000. Poult. Sci. 79, 453-459.

CAMPO J.L., GIL M.G., TORRES O., DÁVILA S.G., 2001. Poult. Sci. 80, 549-552.

CAMPO J.L., GIL M.G., TORRES O., DÁVILA S.G., 2002. Europ. Poult. Sci. 66, 85-89.

CRAIG J.V., MUIR W.M., 1989. Poult. Sci. 68, 1040-1046.

CRAIG J.V., MUIR W.M., 1993. Poult. Sci. 72, 411-420.

FAURE J.M., 1975. Ann. Genet. Sel Anim. 7, 197-204.

FRASER A.F., 1960. Canad. J. Comp. Med. 24, 330-332.

GADD J., 1967. Pig Farm. 15, 57-58.

GALLUP G.G., 1974. Anim. Learn Behav. 2, 145-147.

GALLUP G.G., 1979. Anim. Behav. 27, 316-317.

GERKEN M., PETERSEN J., 1992. Poult. Sci. 71, 779-788.

GRANDIN T., 1997. J. Anim. Sci. 75, 249-257.

GROSS W.B., SIEGEL H.S., 1983. Avian Dis. 27, 972-979.

GROSS W.B., SIEGEL P.B., 1993. Livestock, Handling and Transport. CAB, 21-34.

GROSS W.B., DUNNINGTON E.A., SIEGEL P.B., 1984. Europ. Poult Sci. 48, 3-7.

HEMSWORTH P.H., BARNETT J.L., TREACY D., MADGWICK P., 1990. Appl. Anim. Behav. Sci. 25, 85-95.

HURNIK J.F., LEHMAN H., 1988. J. Agric. Ethics 1, 305-318.

JONES R.B., 1987. Br. Poult. Sci. 28, 319-326.

JONES R.B., SATTERLEE D.G., FAURE J.M., MILLS A.D., 1999. Poult. Sci. 78, 27.

KANITZ E., OTTEN W., NUMBERG G., BRUSSOW K.P., 1999. Anim. Sci. 68, 519-526.

LEAMY L.J., ROUTMAN E.J., CHEVERUD J.M., 1998. Heredity 80, 509-518.

MARIN R.H., ARCE A., MARTIJENA I.D., 1997. Appl. Anim. Behav. Sci. 54, 197-205.

MCGLONE J.J., AKINS C.K., GREEN R.D., 1991. Appl. Anim. Behav. Sci. 30, 319-322.

MILLS A.D., WOOD-GUSH D.G.M., HUGHES B.O., 1985. Br. Poult. Sci. 26, 187-197.

MUIR W.M., CRAIG J.V., 1998. Poult. Sci. 77, 1781-1788.

MURPHY L.B., WOOD-GUSH D.G.M., 1978. Biol. Behav. 3, 39-61.

NESTOR K.E., NOBLE D.O., ZHU J., MORITSU Y., 1996. Poult Sci. 75, 1180-1191.

PREISINGER R., 2001. 6th Poult. Welfare Europ. Symp. 1, 44-46.

PUPPE B., TUCHSCHERER M., TUCHSCHERER A., 1997. Liv. Prod. Sci. 48, 157-164.

SATTERLEE D.G., JOHNSON W.A., 1988. Poult. Sci. 67, 25-32.

SIEGEL H.S., 1980. Bioscience 30, 529-534.

SIEGEL P.B., 1995. Br. Poult. Sci. 36, 3-22.

SYBESMA W., WESTERINK N.G., CORTIAESEN G.P., VAN LOGESTIJN J.G., 1978. Europ. Fleisch. Congress 24, 1-7.

WIDOWSKI T.M., CURTIS S.E., GRAVES C.N., 1989. Can. J. Anim. Sci. 69, 501-504.