

NUEVOS CARACTERES EN LOS OBJETIVOS DE SELECCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MEJORA AVÍCOLA

**J. L. Campo
M. García Gil**

Departamento de Genética y Biotecnología
Instituto Nacional de Investigación
Agraria y Alimentaria
Apartado 8111
28080 Madrid
España

RESUMEN

Se presenta la revisión de los resultados de tres grupos de experimentos realizados para caracteres de comportamiento, calidad de productos y eficiencia alimentaria. Los dos primeros se han realizado en gallinas ponedoras midiendo la duración de la inmovilidad muscular, el cociente entre heterófilos y linfocitos, la dureza y color de la cáscara y el contenido en colesterol de la yema. La eficiencia alimentaria se ha analizado en *Tribolium* en experimentos de selección para consumo residual de alimento.

Palabras clave: Inmovilidad muscular, Cociente leucocitos, Calidad cáscara, Colesterol yema, Consumo residual.

SUMMARY

NEW SELECTION OBJECTIVES IN POULTRY BREEDING PROGRAMMES

Results from three groups of experiments for behavioural traits, quality products, and feed efficiency are reviewed. The two first groups have been realised with laying hens: tonic immobility duration, heterophil to lymphocyte ratio, shell strength, shell colour, and yolk cholesterol content. Feed efficiency has been analysed in *Tribolium*, considering two experiments of selection for residual feed consumption.

Key words: Tonic immobility, Leucocyte ratio, Shell quality, Yolk cholesterol, Residual consumption.

Introducción

Junto a los caracteres relativos a la cantidad de producto (carne, leche, huevos, fibra), que han mantenido su importancia relativa a lo largo de los años, dos grupos adicionales de caracteres han tenido importancia relativa creciente en los programas

de mejora genética. Estos dos grupos se refieren a la calidad del producto y al bienestar de los animales, cuya importancia relativa ha llegado a igualar e incluso a superar a la de los caracteres de producción en algunas especies (EWART, 1993), en las que los primeros han triplicado su importancia relativa en los últimos 30 años, mientras que los segundos la han cuadruplicado.

Tanto los caracteres de un grupo como los de otro tienen correlación negativa con los caracteres de producción, existiendo además un marcado antagonismo genético entre calidad y bienestar, por lo que es difícil incorporar todos ellos en el objetivo de un programa de selección. Como ejemplos citaremos la selección en contra de lípidos en el primer caso y la selección para adaptación a ambientes especiales en el segundo caso.

Junto a estos caracteres, se han incorporado nuevos criterios de selección en el grupo de caracteres relacionados con la cantidad de producto, y más concretamente con la eficiencia de transformación de alimento. La selección directa para eficiencia, definida como el cociente entre cantidad de producto (peso corporal por ejemplo) y consumo de alimento no es el mejor procedimiento para mejorarla. Una alternativa a considerar es la selección contra el consumo residual, definido como la diferencia entre el consumo real y el predicho en función de las necesidades de mantenimiento y producción. Este procedimiento ha sido estudiado en gallinas (SCHULMAN y col., 1994), cerdos (MRODE y KENNEDY, 1993), vacuno de carne (JENSEN y col., 1992), y vacuno lechero (KORVER y col., 1991).

Dentro de los caracteres relacionados con el bienestar animal suelen utilizarse indicadores del nivel de estrés, ya sean medidas fisiológicas o medidas relativas al comportamiento. Las medidas fisiológicas más utilizadas son el nivel de corticosterona (FREEMAN, 1976, en gallinas; BOANDLE y col., 1989, en vacuno lechero; ZAVY y col., 1992, en vacuno de carne), el ritmo de latidos del corazón (JONES y col., 1981, en gallinas; HARGREAVES y HUTSON, 1990, en ovino), y el cociente entre heterófilos y linfocitos en aves (GROSS y SIEGEL, 1983, en gallinas) o entre neutrófilos y linfocitos en

mamíferos (ARAVE y col., 1974, en vacuno lechero; PUPPE y col., 1997, en porcino).

Las medidas de comportamiento suelen indicar niveles de estrés psicológico (miedo) y los procedimientos pueden agruparse en tres grupos, basados en impedir el movimiento del animal, en la exposición a un objeto nuevo, y en el contacto con la gente (manejo), respectivamente. Los primeros se basan en la aversión que presentan las aves (prueba de inmovilidad muscular; GALLUP, 1979 y mamíferos; DUNN, 1990) a posiciones invertidas sobre el dorso. Los métodos más utilizados basados en la novedad son la prueba del campo abierto (colocación del animal en un medio desconocido), utilizada en cerdos (FRASER, 1974), gallinas (FAURE, 1975), vacas (KILGOUR, 1975), y ovejas (MOBERG y WOOD, 1982), incluyendo la prueba de emergencia en este grupo (tiempo de salida de un corral o jaula; MURPHY y WOOD-GUSH, 1978), y la prueba del objeto desconocido (colocación de un cono multicolor por ejemplo en el corral o en la jaula; JONES, 1987), cuantificando los niveles de aproximación-alejamiento. Finalmente, el estrés producido por el contacto del animal con las personas se cuantifica en función de los niveles de ataque-huída (MILLS y col., 1991). Todos estos caracteres suelen desviarse de la distribución normal más o menos intensamente, y exigen tiempo y paciencia por parte del experimentador. Aunque suele considerarse que el comportamiento está determinado principalmente por el medio ambiente, la importancia de los factores genéticos es similar a la existente en otros caracteres, siendo de magnitud moderada la mayoría de las estimas de heredabilidad.

En este trabajo, revisaremos los experimentos efectuados en nuestro departamento relacionados con la calidad del huevo y el bienestar animal, así como los referentes a

la selección para consumo residual de alimento. Los dos primeros se han llevado a cabo en razas autóctonas de gallinas, mientras que el último consta de dos experimentos distintos realizados en *Tribolium castaneum*. Los caracteres de calidad del huevo se refieren a la dureza y al color de la cáscara, y al contenido de colesterol en la yema. Los estimadores del nivel de estrés han sido la prueba de inmovilidad muscular y el cociente entre heterófilos y linfocitos.

Material y métodos

Las razas de gallinas utilizadas se mantienen en la Estación Experimental de "El Encín" (Madrid), dentro de un programa de conservación y estudio de recursos genéticos iniciado en 1975 (CAMPO y OROZCO, 1982). Las razas son ponedoras de huevo blanco (Castellana, Andaluza), crema (Prat), o marrón oscuro (Villafranguina), o se usan para producción de carne y puesta de huevo marrón (Vasca). Se incluye en el programa una población sintética (Castellana Codorniz), obtenida a partir del cruzamiento F_2 entre la Castellana y la Prat, seguido de cuatro generaciones de selección para eumelaninas (CAMPO, 1991). El control es una población de Leghorn Blanca, originada por cruzamiento de tres stirpes seleccionadas para puesta (CAMPO y JURADO, 1982).

La inmovilidad muscular se induce fácilmente colocando la gallina sobre su espalda en una cuna de madera con forma de U (JONES y FAURE, 1981). El ave es sujeta durante 15 s, y si permanece inmóvil durante 10 s después de que el experimentador haya retirado su mano, se pone en marcha un cronómetro para medir el tiempo

que tarda el animal en levantarse. Si se levanta antes de 10 s, se considera que la inmovilidad muscular no ha sido inducida y se repite el procedimiento. Suelen imponerse restricciones al número total de intentos de inducción (3 ó 4) y al tiempo máximo de inmovilidad (10 ó 15 min).

La sangre necesaria para realizar el conteo de leucocitos se recoge a partir de un pequeño pinchazo en la cresta, extendiendo una gota en un porta de cristal. La tinción se hace usando los colorantes May-Grünwald y Giemsa (LUCAS y JAMROZ, 1961) después de la fijación con alcohol metílico. Se cuentan 100 leucocitos, incluyendo los granulares (heterófilos, eosinófilos y basófilos) y los no granulares (linfocitos y monocitos), en un microscopio con objetivo de inmersión de 100 aumentos, calculando el cociente entre heterófilos y linfocitos. Dentro de los leucocitos granulares, los heterófilos se distinguen por tener las granulaciones alargadas en lugar de redondeadas, mientras que dentro de los agranulares los linfocitos se distinguen por tener el núcleo redondeado en lugar de tenerlo dentado.

La dureza de cáscara se estima por medio de la gravedad específica, la porosidad o la densidad de cáscara. La gravedad específica se mide por flotación (WELLS, 1968), utilizando nueve soluciones de cloruro sódico de densidades 1,068 a 1,100 g/cm³ en incrementos de 0,004 g/cm³. La porosidad de cáscara se estima como la pérdida de peso de huevo hasta los 17 días de incubación. La densidad de cáscara expresa el peso por unidad de superficie, estimando ésta en función del peso, la longitud y la anchura del huevo (CARTER, 1975). El color de la cáscara se mide por medio de un reflectómetro. El contenido de colesterol en yema se determina por el método enzimático (SALE y col., 1984).

En cada uno de los dos experimentos con *Tribolium castaneum* (población Consejo), se hicieron cuatro repeticiones con cuatro generaciones de selección por línea. En cada repetición había una línea seleccionada para consumo residual, una línea seleccionada para conversión de alimento, y una línea control sin seleccionar. En el experimento 1, la selección trataba de disminuir el cociente entre el consumo de alimento y la ganancia en peso. El consumo residual de alimento se definió como el consumo menos la regresión genética del consumo sobre la ganancia en peso desde los 7 a los 14 días, y el peso inicial a los 7 días. Esta regresión genética es una alternativa lógica a la regresión fenotípica, y es equivalente a un índice de selección con restricción total para los caracteres incluidos en la regresión (KENNEDY y col., 1993). En el experimento 2, la selección trataba de disminuir el cociente entre el consumo de alimento y la masa de huevos. El consumo residual se basaba en la masa de huevos puestos entre los días 28 y 30, y el peso adulto a los 28 días.

Resultados y discusión

No había diferencias significativas entre las razas Villafranguina y Vasca en términos de duración de la inmovilidad muscular (484 y 475 s, respectivamente), mientras que ambas mostraban mayor duración que las otras razas. La duración de la inmovilidad muscular era significativamente menor en la Castellana Codorniz (189 s) comparada con las otras razas. No se encontraron diferencias entre Leghorn (319 s), Prat (302 s), Castellana (261 s), y Andaluza (256 s). Las razas de huevo blanco y crema son de peso ligero y de temperamento ner-

vioso, similares a la Leghorn, mientras que las razas de huevo marrón son de peso medio y de temperamento tranquilo. El resultado encontrado en la población sintética de Castellana Codorniz, sugiere importantes efectos heteróticos para este carácter. Un porcentaje de heterosis mayor todavía se encontró en el cruzamiento F_1 de dos variedades diferentes de la raza Prat. La heredabilidad realizada en la población de Leghorn era moderada ($0,32 \pm 0,10$), lo que unido a lo anterior indica selección direccional intensa actuando sobre el carácter.

El cociente entre heterófilos y linfocitos era significativamente mayor en la Castellana Codorniz (0,56). Las razas Villafranguina y Vasca tenían cocientes significativamente menores (0,32 y 0,27 respectivamente), aunque el valor encontrado en la Villafranguina no difería significativamente de los de la Castellana y la Prat (0,39 en ambas), y estas dos razas no diferían ni del control de Leghorn (0,42) ni de la Andaluza (0,41). El mayor valor encontrado en la Castellana Codorniz, en comparación con las dos poblaciones parentales, indica la presencia de importantes efectos heteróticos, y sugiere un valor bajo para la heredabilidad de este carácter. Las razas con mayor valor del cociente tenían valores significativamente más altos para el número de heterofilos y más bajos para el número de linfocitos y viceversa. La correlación entre el cociente de heterófilos y linfocitos y la inmovilidad muscular fue negativa y significativamente distinta de cero (-0,64).

La gravedad específica del huevo era significativamente mayor en la Castellana Codorniz y en la Prat (1,089 y 1,088 g/cm³, respectivamente), aunque estos valores no diferían significativamente de la estima calculada en la Villafranguina (1,087 g/cm³). La gravedad específica de la Villafranguina no difería de la de las razas Castellana,

Andaluza y Vasca ($1,084 \text{ g/cm}^3$ en todas ellas). El control de Leghorn tenía menor dureza de cáscara que todas las razas ($1,080 \text{ g/cm}^3$). La porosidad de cáscara era significativamente menor en la Vasca y en la Castellana Codorniz (6,3 y 6,4 g, respectivamente). La raza Prat presentaba mayor valor (7,9 g), siendo intermedios los de las razas Villafranguina (7 g), Castellana (7,2 g) y Andaluza (7,3 g), que no diferían significativamente de la Leghorn (7,4 g). La densidad de cáscara era significativamente mayor en la Prat (86 mg/cm^2), la Villafranguina (85 mg/cm^2), la Vasca (84 mg/cm^2), y la Castellana Codorniz (81 mg/cm^2), mientras que la Castellana (79 mg/cm^2) y la Andaluza (78 mg/cm^2) no diferían del control de Leghorn (77 mg/cm^2). El porcentaje de heterosis encontrado en los tres estimadores de la dureza de cáscara era sólo apreciable en el caso de la porosidad, sugiriendo distinta acción genética para este componente de la dureza en relación con los otros dos. El color de cáscara era mucho más oscuro en la Villafranguina (19 unidades de reflectómetro) que en la Vasca, la otra raza de huevo marrón (32 unidades). Los valores encontrados en la Prat y en la Castellana Codorniz eran intermedios (57 unidades en ambas), mientras que Andaluza (66 unidades) y Castellana (70 unidades) presentaban valores algo inferiores a los de la Leghorn (78 unidades).

El contenido de colesterol en la yema era significativamente menor en la Castellana Codorniz (220 mg/huevo), presentando un porcentaje de heterosis apreciable con respecto a las razas parentales. Una de estas razas, la Prat, y la Villafranguina tenían significativamente menor contenido en colesterol (251 y 252 mg/huevo, respectivamente) que el control de Leghorn (276 mg/huevo). La Castellana (263 mg/huevo) no difería significativamente de la Leghorn.

mientras que el contenido de colesterol en la Vasca (304 mg/huevo) era el mayor de todos.

En ambos experimentos con *Tribolium* el uso del consumo residual como criterio de selección para disminuir la conversión de alimento, era más eficiente que la selección directa basada en el cociente. En el experimento 1, la respuesta obtenida para el cociente entre consumo y ganancia en peso era significativamente mayor en la línea seleccionada para consumo residual de alimento ($-16,01 \pm 3,56$), en comparación con la obtenida en la línea seleccionada directamente para el cociente ($-4,75 \pm 1,97$). En el experimento 2, las dos líneas diferían significativamente para el cociente entre consumo y masa de huevos, siendo el valor observado en la línea seleccionada para consumo residual casi el doble que el correspondiente a la línea seleccionada directamente para el cociente ($-113,49 \pm 16,39$ y $-64,75 \pm 16,93$, respectivamente). La superioridad del consumo residual utilizado como criterio de selección se mantenía al considerar este carácter como objetivo de selección. En ambos experimentos, las respuestas obtenidas en los caracteres utilizados para estimar el consumo residual (peso inicial y ganancia en peso en el experimento 1, y masa de huevos y peso adulto en el experimento 2), no eran significativamente distintas de cero.

Referencias

- ARAVE C. W., ALBRIGHT J.L., SINCLAIR C.L., 1974. J. Dairy Sci. 59, 1497-1503.
- BOANDLE K. E., WOHLT J.E., CARSIA R.V., 1989. J. Dairy Sci. 72, 2193-2199.
- CAMPO J.L., 1991. Poultry Sci. 70, 1469-1473.
- CAMPO J. L., JURADO J.J., 1982. Proc. 2nd WCGALP 8, 869-874.

- CAMPO J. L., OROZCO F., 1982. Proc. 2nd WCGALP 6, 88-93.
- CARTER T.C., 1975. Br. Poultry Sci. 16, 541-543.
- DUNN C.S., 1990. Vet. Rec. 126, 522-527.
- EWART, J., 1993. Br. Poultry Sci. 34, 3-10.
- FAURE J. M., 1975. Ann. Genet. Sel. Anim. 7, 197-204.
- FRASER D., 1974. Appl. Anim. Ethol. 1, 3-16.
- FREEMAN B.M., 1976. W. Poultry Sci. J. 32, 249-256.
- GALLUP G.G., 1979. Anim. Behav. 27, 316-317.
- GROSS W.B., SILGEL H.S., 1983. Avian Dis. 27, 972-979.
- HARGREAVES A.L., HUTSON G.D., 1990. Appl. Anim. Behav. Sci. 26, 91-96.
- JENSEN J., MAO I.L., ANDERSEN B.B., MADSEN P., 1992. J. Anim. Sci. 70, 386-395.
- JONES R.B., 1987. Br. Poultry Sci. 28, 319-326.
- JONES, R.B., FAURE J.M., 1981. Behav. Proc. 6, 47-55.
- JONES R.B., DUNCAN I.J., HUGHES B.O., 1981. Behav. Proc. 6, 121-133.
- KENNEDY B.W., WERF J.H., MEUWISSEN T.H., 1993. J. Anim. Sci. 71, 3239-3250.
- KILGOUR R., 1975. Anim. Behav. 23, 615-624.
- KORVER S., EEKELEN E.A., VOS H., NIEUWHOF G.J., 1991. Liv. Prod. Sci. 29, 49-59.
- LUCAS A.M., JAMROZ C., 1961. Atlas of avian hematology. USDA, Washington, DC.
- MILLS A.D., NYS Y., GAUTRON J., ZAWADSKI J., 1991. Br. Poultry Sci. 32, 117-129.
- MOBERG G.P., WOOD V.A., 1982. Appl. Anim. Ethol. 8, 269-276.
- MRODE R.A., KENNEDY B.W., 1993. Anim. Prod. 56, 225-232.
- MURPHY L.B., WOOD-GUSH D.G., 1978. Biol. Behav. 3, 39-61.
- PUPPE B., TUCHSCHERER M., TUCHSCHERER A., 1997. Liv. Prod. Sci. 48, 157-164.
- SALE F., MARCILSINI S., FISHMAN P., BERRA, B., 1984. Anal. Biochem. 142, 347-350.
- SCHULMAN N., TUISKULA M., SIITONEN L., 1994. Poultry Sci. 73, 1479-1484.
- WELLS R.G., 1968. Egg quality. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- ZAVY M.T., JUNIEWICZ P.E., PHILLIPS W.A., 1992. Am. J. Vet. Res. 53, 551-558.