ESTIMACIÓN DE LA HEREDABILIDAD DEL COCIENTE HETERÓFILOS:LINFOCITOS EN GALLINAS PONEDORAS. EFECTOS DE LA EDAD, SEXO, Y CRUZAMIENTO

S.G. Dávila y J.L. Campo
Departamento de Mejora Genética Animal, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria, Apartado 8111, 28080 Madrid

INTRODUCCIÓN

El cociente entre heterófilos y linfocitos es un indicador fisiológico de la respuesta al estrés en aves (Gross y Siegel, 1983: Avian Dis. 27, 972), causando los agentes estresantes un incremento progresivo en este indicador. Este cociente es un indicador más fiable del estrés moderado que la concentración de corticosterona en el plasma (Maxwell, 1993: World's Poult. Sci. J. 49, 34). Gross y Siegel (1993: *Livestock, Handling and Transport*, CABI) han sugerido que valores de referencia para el cociente de 0,2, 0,5 y 0,8 son característicos de niveles de estrés bajos, óptimos y altos, respectivamente. El cociente está correlacionado negativamente con indicadores de estrés psicológico tales como la duración de la inmovilidad muscular (Campo y Redondo, 1997: Proc. V Congreso Europeo Bienestar Avícola 1, 163). Aunque la heredabilidad del cociente de leucocitos no ha sido estimada previamente, existen en la literatura estimas de la heredabilidad de la duración de la inmovilidad muscular (Campo y Carnicer, 1993: Poult. Sci. 72, 2193). La edad, el sexo, y la heterosis pueden influir en el valor del cociente. Zulkifli y Siegel (1994: Br. Poult. Sci. 35, 309) indicaron que el cociente disminuye cuadráticamente durante la primera semana de edad, mientras que Davis y col. (2000: Poult. Sci. 79, 514) encontraron que el cociente aumentaba desde las 20 hasta las 51 semanas de edad. Campo y col. (1999: Eur. Poult. Sci. 63, 1) indicaron que las hembras tienen un cociente de leucocitos más alto que los machos a las 24 semanas de edad. Los objetivos de este estudio fueron estimar la heredabilidad del cociente de leucocitos por REML y evaluar los efectos de la edad, el sexo, y la heterosis.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó una raza sintética de gallinas (Castellana Codorniz), originada a partir del cruce F_2 entre la Castellana Negra y la Prat Leonada (Campo, 1991: Poult. Sci. 70, 1469), en los Experimentos 1 y 3. En el Experimento 1 se usaron 711 aves (330 machos y 381 hembras), pertenecientes a dos generaciones consecutivas (193 y 518 aves, respectivamente) con genealogía completa, para estimar la heredabilidad del cociente de leucocitos a las 36 semanas de edad. En el Experimento 2 se usó el cruce Castellana Codorniz x Leghorn Blanca para analizar los posibles efectos heteróticos. Un total de 96 aves de las generaciones F_1 y F_2 (48 aves de cada generación) se analizaron para el cociente de leucocitos a las 8 semanas de edad. Para estudiar el efecto de la edad, se usaron 288 hembras en el Experimento 3 divididas en ocho grupos iguales de 36 aves, que fueron analizadas para el cociente de leucocitos a las 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 y 36 semanas. Un total de 288 machos fueron analizados similarmente.

El cociente de leucocitos se determinó por el método de Lucas y Jamroz (1961: *Atlas of Avian Hematology*, USDA), contando un total de 100 leucocitos, incluyendo los granulares (heterófilos, eosinófilos y basófilos) y los no granulares (linfocitos y monocitos). En el Expeimento 1, se utilizó un modelo mixto de Henderson, con el sexo y la generación como efectos fijos, y el método indirecto de Misztal y Gianola (1987: J. Dairy Sci. 70, 716). El algoritmo libre de derivadas de Graser y col. (1987: J. Anim. Sci. 64, 1362) se utilizó para estimar los componentes de la varianza por REML. La transformación raíz cuadrada se hizo antes de los cálculos. En el Experimento 2, la heterosis se expresó como la diferencia entre la generación F_1 o la F_2 y la media de la generación inicial. En el Experimento 3, se utilizó un ANOVA factorial edad-sexo, y la prueba múltiple de Student-Newman-Keuls. La suma de cuadrados debida a la edad se dividió en términos lineales, cuadráticos y cúbicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se resumen los valores obtenidos para las estimas de parámetros del cociente de leucocitos (Experimento 1), así como para el número de heterófilos y el de linfocitos. El coeficiente de variación para el cociente de leucocitos era alto (51%), aunque el número de heterófilos y el de linfocitos era menos variable (29 y 19%, respectivamente). Los tres caracteres eran altamente heredables, siendo la heredabilidad de la raíz cuadrada del cociente de leucocitos 0,63 $\pm$ 0,07, similar a la obtenida con el cociente. En el Experimento 2, se obtuvieron porcentajes de heterosis significativos en las generaciones F_1 y F_2 para el cociente de leucocitos a las ocho semanas (-26 y –36%), el número de heterófilos (-26 y –29%), y el número de linfocitos (8 y 12%). En el Experimento 3, había interacción significativa entre la edad y el sexo para los tres caracteres. Los machos tenían mayor cociente de leucocitos, mayor número de heterófilos, y menor número de linfocitos que las hembras excepto a las 28 y a las 32 semanas de edad (Tabla 2). Las diferencias eran significativas a las 16, 20, 24 y 36 semanas para el cociente y el número de heterófilos, y a las 8, 16, 20 y 24 semanas para el número de linfocitos. La variación asociada con la edad fue significativa en ambos sexos para el cociente de leucocitos, obteniendo un valor mínimo alrededor de la madurez sexual (20 semanas), y un aumento significativo a partir de dicha edad. El efecto de la edad fue también significativo en ambos sexos para el número de heterófilos, y en las hembras para el número de linfocitos.

El alto valor encontrado para el cociente de leucocitos a las 36 semanas puede indicar que valores próximos a 0,8 no son característicos de altos niveles de estrés (Gross y Siegel, 1993), ya que las aves del experimento no fueron estresadas deliberadamente. Las hembras tenían valores significativamente más bajos que los machos, cercanos al valor 0,5 sugerido por Gross y Siegel (1993) como característico de un nivel óptimo de estrés. El cociente encontrado en las hembras es similar al indicado por Campo y Redondo (1997) en esta raza. La alta cantidad de variación encontrada en el cociente tenía un 60% de componente genética aditiva, sugiriendo que puede obtenerse una buena respuesta a la selección para este carácter. Aunque cabría esperar pocos efectos heteróticos en un carácter de alta heredabilidad, se encontró una heterosis significativa a las ocho semanas. La discrepancia podría deberse al aumento de la heredabilidad esperado con la edad. La variación significativa encontrada con la edad en ambos sexos hace difícil extraer conclusiones generales sobre las estimas de

heredabilidad para este carácter. La variación con la edad encontrada por otros autores (Zulkifli y Siegel, 1994; Davis y col., 2000) es consistente con la disminución observada hasta la madurez sexual y el aumento posterior hasta la edad adulta. El mínimo encontrado en ambos sexos con la llegada de la madurez sexual sugiere una relación entre el carácter y cambios hormonales, como ya se encontró para la duración de la inmovilidad muscular por Campo y Carnicer (1993).

TABLA 1. Estimas de parámetros para el cociente entre heterófilos y linfocitos (H:L), el número de heterófilos (H), y el número de linfocitos (L), a las 36 semanas de edad.

Parámetro	H:L	H	L
Media	0,74	37,38	55,86
Desviación típica	0,38	11,02	10,81
Varianza genética aditiva	0,08	59,71	70,60
Varianza residual	0,06	46,32	37,33
Heredabilidad	0,59	0,56	0,65
Error típico heredabilidad	0,09	0,07	0,07

TABLA 2. Cuadrados medios y valores medios indicando el efecto de la edad para cada sexo sobre el cociente entre heterófilos y linfocitos (H:L), el número de heterófilos (H), y el número de linfocitos (L)

Fuentes de	H:L		H		L	
variación	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
Edad (7)	0,4414***	0,1427***	1445,53***	645,33***	1105,93***	172,54
Lineal (1)	0.0388*	0,0175**	130,21*	71,25**	99,57*	17,17
Cuadrática (1)	0,0129	0,0085*	61,65	45,41**	11,81	3,06
Cúbica (1)	0.0092	0,0006	16,90	8,82*	35,80	0,35
Error (4)	0.0063	0,0006	18,61	1,38	17,38	3,53
Residual (277)	0,0359	0,0356	98,27	88,45	109,84	100,27

	H:L		H		L	
Edad	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
8	$0,43^{a}{}_{B}$	$0,56^{a}{}_{B}$	$24,71^{a}{}_{B}$	$30,19^{a}{}_{BC}$	$65,85^{a}{}_{A}$	$57,92^{b}{}_{A}$
12	$0,42^{a}{}_{B}$	$0,59^{a}{}_{B}$	$25,28^{a}{}_{B}$	$30,17^{a}{}_{BC}$	$63,69^{b}{}_{AB}$	$58,33^{b}{}_{A}$
16	$0,36^{b}{}_{B}$	$0,59^{a}{}_{B}$	$22,25^{b}{}_{B}$	$31,51^{a}{}_{BC}$	$68,19^{a}{}_{A}$	$57,71^{b}{}_{A}$
20	$0,31^{b}{}_{B}$	$0,51^{a}{}_{B}$	$19,78^{b}{}_{B}$	$28,03^{a}{}_{C}$	$68,61^{a}{}_{A}$	$59,06^{b}{}_{A}$
24	$0,37^{b}{}_{B}$	$0,62^{a}{}_{B}$	$20,39^{b}{}_{B}$	$30,71^{a}{}_{BC}$	$65,97^{a}{}_{A}$	$54,49^{b}{}_{A}$
28	$0,70^{a}{}_{A}$	$0,63^{a}{}_{B}$	$33,61^{b}{}_{A}$	$31,25^{b}{}_{BC}$	$53,94^{b}{}_{C}$	$56,39^{b}{}_{A}$
32	$0,67^{a}{}_{A}$	$0,66^{a}{}_{B}$	$35,14^{b}{}_{A}$	$35,47^{b}{}_{B}$	$56,34^{b}{}_{C}$	$57,09^{b}{}_{A}$
36	$0,61^{b}{}_{A}$	$0,84^{a}{}_{A}$	$33,83^{b}{}_{A}$	$41,77^{a}{}_{A}$	$59,11^{b}{}_{BC}$	$52,35^{b}{}_{A}$

$^{a\ b}$ Valores medios dentro del mismo carácter y fila con distinto superíndice difieren ($P < 0.05$)
$_{A\ B\ C}$ Valores medios dentro del mismo carácter y columna con distinto subíndice difieren ($P < 0.05$)