

## **ASIMETRÍA FLUCTUANTE EN CARACTERES SEXUALES SECUNDARIOS: RELACIÓN CON INDICADORES DE ESTRÉS EN GALLOS DE VARIAS RAZAS**

J.L. Campo, M.G. Gil, S.G Dávila y I. Muñoz

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

### **INTRODUCCIÓN**

La asimetría fluctuante (FA) se considera un indicador válido del estrés genético y ambiental. A diferencia de la asimetría direccional (DA) o de la antisimetría (AS), se caracteriza por pequeñas desviaciones aleatorias de la simetría en caracteres bilaterales, estando las diferencias entre medidas del lado izquierdo y derecho distribuidas normalmente con un valor medio igual a cero (Moller y Swaddle, 1997: *Asymmetry, Developmental Stability, and Evolution*, Oxford Univ. Press). FA era mayor en aves criadas con alta densidad de población (Moller y col., 1995: *Poult. Sci.* 74, 1761) o con luz continua (Moller y col., 1999: *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, 57). Yang y col. (1997: *Poult. Sci.* 76, 1632) y Yang y Siegel (1998: *J. Anim. Breed. Genet.* 115, 105) encontraron que la FA del cruce de líneas era menor que la de las líneas parentales. Campo y col. (2000: *Poult. Sci.* 79, 453) sugirieron que la FA de varios caracteres morfológicos no era un indicador general de los niveles de estrés en aves. Los caracteres sexuales secundarios, que no requieren una simetría estricta para funcionar correctamente, pueden ser firmes candidatos a utilizar la FA como indicador del estrés. Este trabajo estudia la asociación entre la FA para superficies de barbilla, orejilla y triángulo del ala, el cociente de leucocitos y la duración de la inmovilidad muscular, en gallos de tres razas diferentes.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se utilizaron dos razas españolas (Andaluza Aperdizada y Villafranquina Roja) y la línea e<sup>y</sup>, mantenidas en el programa de conservación del departamento de Mejora Genética Animal en El Encín. Los gallos de las tres poblaciones tienen plumaje rojo de pecho negro, con feomelaninas bien diferenciadas en el triángulo del ala. Se usaron 292 gallos (118, 116 y 58 de cada raza) para la medida de tres caracteres bilaterales a la edad de 18 meses: superficie de barbilla, superficie de orejilla y superficie del triángulo del ala. Todos los caracteres tenían una distribución normal. La FA de un carácter se definía como el valor absoluto de la diferencia entre el lado izquierdo y el lado derecho ( $|L - R|$ ). Antes del análisis se estudiaba la distribución de  $(L - R)$  para detectar la presencia de DA (distribución normal con media distinta de cero) o AS (distribución no normal con media igual a cero), usando la prueba *t* y la de Kolomogorov-Smirnov. Se utilizó la asimetría relativa  $[2|L - R|/(L + R)]$  para eliminar la dependencia significativa con la media del carácter. La consistencia de ambas medidas y de  $(L - R)$  se comprobó midiendo tres veces en tres días diferentes 20 gallos de la Andaluza Aperdizada. Las diferencias entre razas se analizaron con un ANOVA jerárquico y la prueba múltiple de Student-Newman-Keuls, utilizando la transformación arco-seno raíz cuadrada en la FA relativa antes del análisis. La duración de la inmovilidad muscular (entre 0 y 600 segundos) se determinó por el método de Jones y

Faure (1981: *Behav. Proc.* 6, 47). El número máximo de intentos para inducir la inmovilidad muscular se limitó a tres. 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). La transformación logarítmica (duración de la inmovilidad muscular) y la raíz cuadrada (cociente de leucocitos) se hicieron antes de calcular los coeficientes de correlación con la FA relativa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Había diferencias significativas entre razas para cada uno de los tres caracteres analizados (Tabla 1). Las barbillas y orejillas de la raza Villafranquina (de mayor peso corporal) eran menores que las de las otras dos razas (de menor peso). La diferencia entre lados se distribuía normalmente con media cero (FA) para el área de barbilla en una raza y para el área del triángulo del ala en dos razas. La distribución era no normal con media cero (AS) para el área de orejilla en estas dos últimas razas, y en los casos restantes la distribución era normal con media distinta de cero (DA). Este último resultado es consistente con el hecho de que las estructuras relacionadas con caracteres sexuales secundarios no requieren una simetría estricta. Las dos razas ligeras tenían el mismo tipo de asimetría en los tres caracteres, y siempre diferente a la encontrada en la Villafranquina. No hubo diferencias significativas entre razas para la asimetría relativa en ningún carácter. El grado de asimetría relativa variaba significativamente entre caracteres: barbilla ( $13,75 \pm 0,73$ ), orejilla ( $17,49 \pm 1,01$ ), y triángulo del ala ( $23,01 \pm 1,16$ ), sugiriendo la conveniencia de una asimetría relativa media como indicador del estrés. La asimetría relativa media de los tres caracteres difería significativamente en la Villafranquina ( $19,90 \pm 1,17$ ) y  $e^y$  ( $15,72 \pm 1,16$ ), mientras que en la Andaluza era intermedia ( $17,45 \pm 0,93$ ). Los elevados niveles de asimetría relativa encontrados en los tres caracteres sexuales secundarios concuerdan con los resultados de Moller (1990: *Anim. Behav.* 40, 1185) y Moller (1992: *Pro. Roy. Soc. London B* 248, 199). Como comparación, el nivel de asimetría relativa encontrado por Campo y col. (1990) para varios caracteres morfológicos variaba entre 3,72 y 5,43%.

Había diferencias significativas entre razas para los dos indicadores de estrés (cociente de leucocitos y duración de la inmovilidad muscular). La correlación entre cociente de leucocitos y duración de la inmovilidad muscular (-0,09) no difería significativamente de cero, en discordancia con los valores encontrados por Campo y Redondo (1996: *Poult. Sci.* 75, 155) y Campo y col. (2000) que oscilaban entre -0,28 y -0,64. La correlación entre asimetría relativa e indicadores de estrés no fue significativa en general, excepto para asimetría relativa del área de barbilla e inmovilidad muscular en la Villafranquina (-0,32\*\*). Los resultados eran bastante similares cuando se utilizaban otros indicadores de la FA. Por ejemplo, el valor  $(L^2 + R^2) - 0,5(L + R)^2$  para área de barbilla tenía una correlación significativa (-0,30\*\*) con la inmovilidad muscular en la raza Villafranquina, aunque en este caso también era significativa la correlación entre la FA para área de orejilla y duración de la inmovilidad muscular (-0,26\*\*) en la Andaluza. De este modo, el valor de la asimetría relativa de caracteres sexuales secundarios como indicador del estrés parece reducirse a ciertos caracteres y

poblaciones, especialmente en condiciones en las que no existe un nivel elevado de estrés.

**TABLA 1.** Valores medios para la asimetría bilateral de tres caracteres sexuales secundarios en gallos de tres razas diferentes (FA = asimetría fluctuante; DA = asimetría direccional; AS = antisimetría), el cociente de leucocitos y la duración de la inmovilidad muscular

Carácter <sup>1</sup>	Andaluza Aperdizada	Villafranca Roja	Línea e <sup>y</sup>
Area barbilla (cm <sup>2</sup> )			
(L + R)/2	22,49 ± 0,65 <sup>a</sup>	15,59 ± 0,46 <sup>b</sup>	20,72 ± 0,62 <sup>a</sup>
L - R	-1,12 ± 0,34 DA	-0,32 ± 0,27 FA	-0,96 ± 0,37 DA
L - R	2,91 ± 0,24	2,23 ± 0,18	2,25 ± 0,24
2 L - R /(L + R) x 100	13,78 ± 1,12 <sup>a</sup>	14,90 ± 1,19 <sup>a</sup>	11,13 ± 1,31 <sup>a</sup>
Area orejilla (cm <sup>2</sup> )			
(L + R)/2	5,40 ± 0,15 <sup>a</sup>	4,40 ± 0,11 <sup>b</sup>	5,03 ± 0,16 <sup>a</sup>
L - R	-0,14 ± 0,13 AS	-0,32 ± 0,13 DA	-0,27 ± 0,15 AS
L - R	0,91 ± 0,10	0,90 ± 0,10	0,80 ± 0,11
2 L - R /(L + R) x 100	16,66 ± 1,54 <sup>a</sup>	19,50 ± 1,77 <sup>a</sup>	15,01 ± 1,71 <sup>a</sup>
Area triángulo del ala (cm <sup>2</sup> )			
(L + R)/2	57,18 ± 2,34 <sup>b</sup>	58,18 ± 2,10 <sup>b</sup>	64,49 ± 3,67 <sup>a</sup>
L - R	-0,76 ± 1,41 FA	-6,20 ± 1,96 DA	0,24 ± 2,33 FA
L - R	11,75 ± 0,89	14,44 ± 1,36	12,61 ± 1,55
2 L - R /(L + R) x 100	22,04 ± 1,61 <sup>a</sup>	25,45 ± 2,25 <sup>a</sup>	21,18 ± 2,34 <sup>a</sup>
Heterófilos:linfocitos	0,48 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,40 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,55 ± 0,02 <sup>a</sup>
Inmovilidad muscular (s)	289 ± 9 <sup>ab</sup>	310 ± 20 <sup>a</sup>	230 ± 27 <sup>b</sup>

<sup>a b c</sup> Valores medios dentro de la misma fila con distinto superíndice difieren (P < 0.05)

<sup>1</sup> L = lado izquierdo; R = lado derecho