

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA INFLUENCIA DEL ESTRÉS TÉRMICO DURANTE LA GESTACION DE LA OVEJA SOBRE EL CRECIMIENTO POSTNATAL DE LOS CORDEROS EN RAZA MERINA: ¿EVIDENCIAS DE MARCAS EPIGENÉTICAS?

A. Menéndez-Buxadera, J.M. Serradilla*, A. Molina
Grupo de Investigación MERAGEN. Universidad de Córdoba.
[*pa1semaj@uco.es](mailto:pa1semaj@uco.es)

Resumen

Con el objetivo de evaluar la importancia del stress térmico (ST) durante la etapa de gestación en ovino Merino sobre el peso vivo a 15 y 30 días de edad así como la ganancia diaria en los primeros 30 días de edad se ha utilizado la información del crecimiento de 19022 corderos Merinos. Los efectos de stress térmico se cuantificaron mediante los datos de temperatura y humedad relativa promedios registrados hasta los 7; 15; 30 y 45 días previos al nacimiento de cada animal, esas variables se combinaron en un índice (THI). Los datos fueron analizados mediante un modelo animal similar al empleado en las valoraciones genéticas de rutina de esta raza, que no toma en cuenta los efectos de ST, y mediante un modelo de Norma de Reacción que asume la existencia de variación genética a lo largo de la escala de THI. Los resultados obtenidos sugieren que las hembras gestantes mantenidas en una zona de stress a $THI \geq 60$ durante los 30 días antes del parto producen progenies con un crecimiento diario aproximadamente 20% inferior que aquellas mantenidas a $THI \leq 60$. El proceso de selección que no toma en cuenta la existencia de estos efectos ambientales en la etapa de gestación de la hembra favorecerá una disminución de la tolerancia al ST de las progenies, modificándose la expresión del genotipo del animal en la etapa post natal, lo cual por definición, puede constituir una señal de efectos epigenéticos.

Introducción

Existen evidencias de los efectos de stress térmico (ST) sobre la producción de leche en las condiciones ambientales de España (Menéndez-Buxadera y col., 2012; Carabaño y col., 2013). También se ha demostrado que pueden presentarse efectos indirectos cuando el ST se manifiesta durante la gestación de la hembra, afectando tanto al feto, vía desarrollo de la placenta de la madre (Wu y col., 2006), como al desarrollo de la glándula mamaria, lo cual influye en los niveles de producción de leche post parto (Tao y col., 2011) y en consecuencia en el crecimiento post natal de la progenie. Esto último puede tener gran importancia en los sistemas de producción extensiva del ovino Merino, dado el incremento del ST previsto en las próximas décadas en las zonas tradicionales de explotación de esta raza en España.

Menéndez-Buxadera y col. (2014) presentaron en la última Reunión Nacional de Mejora Genética Animal, que tuvo lugar en Barcelona, resultados preliminares sobre el efecto del estrés térmico en las variables de crecimiento de los corderos Merinos que podrían ser interpretados en términos de efectos epigenéticos. Dichos resultados se obtuvieron con un número relativamente pequeño de observaciones y con registros de temperatura y humedad obtenidos solamente durante los tres días anteriores al parto. El objetivo de este trabajo consistió en profundizar en ese estudio incrementando el número de corderos con registros, el tipo de variables registradas (peso al nacer, crecimiento diario y peso vivo en las primeras semanas) y el número de días anteriores al parto con registros de temperatura y humedad.

Material y métodos

Para este estudio, se emplearon los registros periódicos de peso (3-4 pesadas por cordero) en 27 ganaderías bajo control oficial del Esquema de Selección de la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Merino (ACM). Los caracteres estudiados fueron el peso al nacer (p_0), y los pesos ajustados a 30 (p_{30}) y 45 (p_{45}) días de edad así como la ganancia diaria (Gd) entre el nacimiento y los 30 días post parto. Se analizaron los pesos y Gd de un total de 19022 corderos nacidos en un periodo de 10 años, hijos de 9624 madres y 402 padres. El pedigrí fue confeccionado a partir del libro genealógico oficial de la Asociación y contó con un total de 40691 animales. Las variables climáticas fueron obtenidas de las estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología más próximas a las explotaciones (máximo 25 km de distancia) y consistieron en la temperatura ambiente y la humedad relativa medias diarias. Con estos datos se obtuvieron valores acumulados durante los 45, 30, 15 y 7 días previos al parto de temperatura ($Temp_i$) y humedad relativa (HR_i); estos valores se combinaron en un índice (THI_i) aplicando la fórmula propuesta por Mader, 2002, donde i se refiere al periodo considerado en días.

Los datos se analizaron con un modelo de Norma de Reacción (NR) que toma en cuenta posibles variaciones genéticas a lo largo de la trayectoria de THI_i . Como efectos fijos se consideraron la combinación de ganadería, año y bimestre de parto con 1264 niveles, la edad al parto de la hembra (en años) con 10 clases; el sexo de la cría con 2 niveles y el tamaño de la camada con 2 niveles. Los efectos genéticos directos (\mathbf{d}), maternos (\mathbf{m}), su covarianza (\mathbf{dm}) así como el de ambiente materno permanente (\mathbf{p}) y el residual se consideraron como efectos aleatorios. Los efectos a lo largo de la trayectoria de valores THI_i se modelizaron mediante un polinomio de Legendre de efectos fijos $-\Phi_r \mathbf{b}_1$ - de orden $r = 3$, mientras que fue de $r = 1$ para los

efectos aleatorios \mathbf{d} , \mathbf{m} y \mathbf{dm} . Con este modelo de NR se estimó una matriz simétrica de coeficientes de regresión aleatoria \mathbf{K}_G que contiene las (co)varianzas para efectos genéticos directos (\mathbf{K}_d); genéticos maternos (\mathbf{K}_m) y sus covarianzas (\mathbf{K}_{dm}) con sus respectivas varianzas del intercepto (σ_{do}^2 y σ_{mo}^2); la pendiente (σ_{ds}^2 y σ_{ms}^2) y sus covarianzas (σ_{dso} ; σ_{mso} ; σ_{mds} y σ_{dmos}), donde los subíndices \mathbf{d} y \mathbf{m} representan las varianzas genéticas de efectos directos y maternos mientras que \mathbf{o} y \mathbf{s} indican la **intersección y la pendiente**, respectivamente. Mediante los elementos de estas matrices, así como con los coeficientes del polinomio de Legendre (Φ_i) de orden $r = 1$, se pueden estimar los componentes de (co)varianza a lo largo de la trayectoria de THI_i . En general los parámetros genéticos heredabilidad (h^2) y correlaciones genéticas (r_g) así como las estimas de los valores genéticos (VG) de cada carácter se calcularon mediante los correspondientes procedimientos para este tipo de modelo. Los resultados de este modelo de NR se compararon con los del modelo oficial de evaluación empleado por la ACM que incluye los mismos efectos anteriormente descritos salvo los efectos de estrés térmico durante la gestación de la hembra. Todo el procesamiento estadístico se realizó con ASreml 3 (Gilmour y col., 2009).

Resultados y discusión

En la figura 1 se muestra la influencia de THI_{30} sobre los principales caracteres de crecimiento de los corderos. Se evidenció una primera etapa o **zona de confort** a $THI < 60$ con muy pocos cambios excepto algunas ligeras oscilaciones para el peso al nacimiento. A partir de este nivel de ST ($THI > 60$) se presenta una **zona de stress** con una marcada tendencia negativa sobre el P30, P45 y Gd. La importancia de este resultado se deriva de que, según nuestras observaciones, el 36% de los partos se producen de hembras gestantes sometidas a valores de $THI > 60$. Este efecto es de naturaleza ambiental y hasta el presente no se han encontrado referencias similares.

Las estimas de los parámetros genéticos obtenidas mediante el modelo de NR en la **zona de confort** muestran valores de h^2 comprendidos entre 0.15 0.50 para los efectos genéticos directos; entre 0.10 y 0.26 para efectos maternos y un marcado antagonismo entre ambos. Tanto estas estimaciones de h^2 como las (co)varianzas disminuyen en la medida que se incrementa el nivel de THI_30 hacia la **zona de stress**. Las correlaciones genéticas directas y maternas del mismo carácter entre diferentes niveles de **THI** en la **zona de confort** fueron altas, pero alcanzan valores muy bajos o negativos con la **zona de stress**, lo cual puede ser indicativo de variaciones de origen genético en grado de sensibilidad al ST durante la etapa de gestación de la hembra.

La comparación de los VG obtenidos mediante el modelo de valoración de rutina (oficial) y el modelo de NR manifiesta diferencias importantes. Para Gd la varianza de los efectos directos fue mayor que la de los efectos maternos (parte central más oscura de la figura 2) y ambas resultaron muy similares para P30. La figura 2 muestra estos resultados así como las relaciones entre los VG obtenidos mediante el modelo oficial y mediante el modelo de NR a lo largo de varios puntos de la trayectoria de THI_30. Los gráficos de esta figura indican que ambos resultados se relacionan positivamente en la **zona de confort** ($THI \leq 60$), mientras que en la **zona de stress** ($THI > 60$) es evidente una menor correlación que puede llegar incluso al antagonismo en el caso de la Gd en los niveles más elevados de ST ($THI = 73$). Para P30 las relaciones entre ambos valores fueron similares a los anteriores para los efectos directos, pero siempre positivas para los efectos maternos. Este patrón es consecuencia de las relaciones genéticas negativas entre las pendientes y la intersección del modelo NR las cuales se identifican con la “plasticidad” de los caracteres según Via y col. (1995).

Conclusiones

Los resultados de este trabajo demuestran que los efectos de ST durante la etapa de gestación de la hembra pueden afectar el crecimiento postnatal de sus progenies, de manera que la selección según el modelo oficial, que no toma en cuenta la existencia de estos efectos ambientales en la etapa de gestación, favorecerá una disminución de la tolerancia al ST de las progenies. De acuerdo a las definiciones dadas por Deans y Maggert, (2015) estas influencias ambientales que pueden modificar las variaciones fenotípicas de algunos caracteres pueden interpretarse como efectos epigenéticos.

Referencias

Carabaño M.J., M.J., Ramón, M., Abo-Shady, H. M., Pérez-Guzmán M.D., Serrano, M., Díaz, C. Molina, A., Menéndez-Buxadera, A., Bahchaga, K., Pérez-Cabal M.A., Serradilla, J.M. 2013. XV Jornadas sobre Producción Animal. 1-15 Mayo 2013, Zaragoza, España. Deans C., Maggert K.A., 2015. Genetics, Vol. 199, 887–896; Gilmour, A. R., Cullis B. R., Welham S. J., Thompson R. 2009. ASREML Reference Manual. NSW Agric. Biom. Bull. NSW Agriculture, Locked Bag, Orange, NSW 2800, Australia. Mader, T.L., Holt, S.M., Hahn, G.L., Davis, M.S., Spiers, D.E., 2002. J. Anim. Sci. 80, 2373–2382. Menéndez Buxadera A., Molina A., Arrebola F. Clemente I., Serradilla J.M. 2012. J. Anim. Breed. Genet. 129:306–315. Menéndez Buxadera A., Serradilla J.M., Molina A. 2014. 17 Reunión de Mejora Genética Animal 5-6 de junio 2014, Universitat Autònoma de Barcelona; Tao S. A. S. Tao, J. W. Bubolz, B. C. do Amaral, I. M. Thompson, M. J. Hayen, S. E. Johnson, and G. E. Dahl 2011. J. Dairy Sci. 94 :5976–5986. Via S, Gomuikiewicz R., de Jong G., Scheiner S.M., Schichting C.D., Van Tienderen PH. 1995. Trends in Ecology and Evolution 10:212–217. Wu G., F. W. Bazer, J. M. Wallace and T. E. Spencer, 2006. J. Anim. Sci. 84:2316–2337.

Figura 1. Evolución del peso vivo y la ganancia diaria en ovino Merino en función del THI durante los 30 días antes del nacimiento.

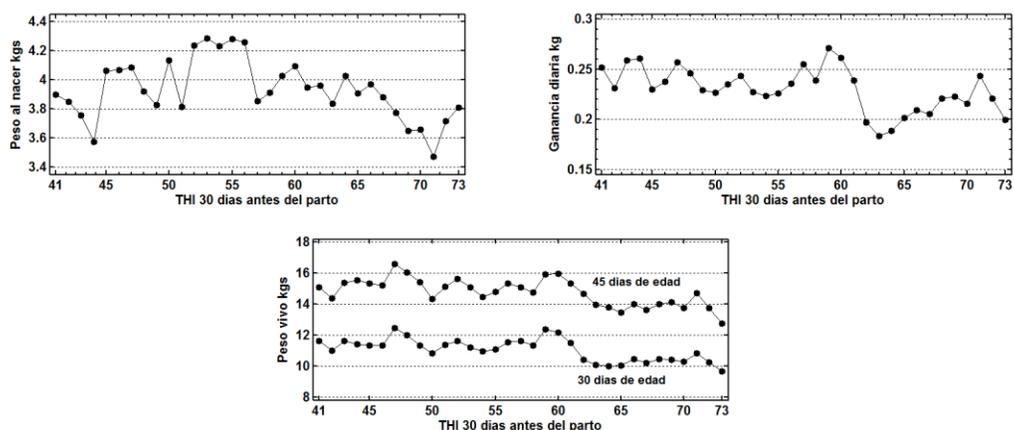


Figura 2. Distribución de frecuencia de los valores genéticos (VG) estimados para los efectos genéticos Directos y Maternos (parte central más oscuros cuadros superiores) para la ganancia diaria de peso hasta los 30 días y para el peso vivo a los 30 días, obtenidos mediante el modelo con (norma de reacción) y sin (modelo oficial) el efecto del estrés térmico y relaciones entre ambos a lo largo de varios puntos de la escala del THI acumulado sufrido en los 30 días previos al parto.

