ITEA (1998), Vol. **94A N.° 3,** 236-243

CONCENTRACIÓN DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE DE OVEJA Y RESISTENCIA A LA MAMITIS: NUEVOS OBJETIVOS DE SELECCIÓN

F. San Primitivo
U.M. El-Saied
J.A. Carriedo

Dpto. Producción Animal I
Universidad de León
24071 León

España

RESUMEN

El recuento de células somáticas (RCS), en la leche del ganado ovino, se analiza como variable que puede ser objeto de mejora genética. Para el estudio se ha considerado al RCS de animales sanos, como una variable más de composición de la leche, mientras que el RCS procedente de ubres enfermas se considera como un indicador de la presencia de mamitis.

Estructuralmente el RCS puede considerarse una variable adecuada para ser utilizada como objetivo de selección. Es de fácil determinación por métodos automáticos, no sufre alteración con la adición de las sustancias conservantes normalmente utilizadas y no se modifica durante los primeros días de conservación a temperatura ambiente o refrigerada. Al ser el RCS una variable muy influenciada por el estado sanitario de la ubre, presenta una enorme variabilidad. Con objeto de que su distribución se aproxime a la normal, es precisa su transformación logarítmica.

En cuanto a las características genéticas del RCS, su heredabilidad es prácticamente nula en ubres sanas (0,03 ± 0,02) y baja cuando se considera como indicador de la mamitis. En este último caso, la heredabilidad resulta más alta (0,12 ± 0,03), cuando se utiliza una medida lactacional, que cuando se realiza la estimación sobre controles (0,09 ± 0,02). Las correlaciones genéticas resultan negativas (-0,10) con la producción láctea y prácticamente nulas (0,03) con el porcentaje de proteína. Sobre el RCS se muestran significativos los efectos del rebaño y el número de lactación. Sin embargo, el tipo de parto no detectó diferencias significativas.

Desde el punto de vista práctico, una presión de selección en contra de altos recuentos podría producir respuestas positivas aunque moderadas. Sin embargo, no parece aconsejable en las actuales circunstancias del ganado ovino en Castilla y León, ya que pueden obtenerse respuestas más rápidas y adecuadas, mejorando las condiciones sanitarias de los rebaños.

Palabras clave: Parámetros genéticos, Medidas lactacionales. RCS, Ganado ovino lechero.

SUMMARY

SOMATIC CELL COUNTS IN SHEEP MILK AND MASTITIS RESISTANCE: NEW OBJECTIVES OF SELECTION

Somatic cell count (SCC) in sheep milk is analysed as a variable to be genetically improved. SCC in healthy animals was considered as a variable of milk composition, whereas SCC from infected udders was considered as indicative of mastitis.

SCC may be considered as a variable suitable to be used as a selection objective. It is easy to determine through automatic methods and it does not change after the addition of preservatives or after a few storage days either at room temperature or refrigerated. It is influenced by the infectious status of the udder and thus it shows large variability. A logarithmic transformation is needed in order to obtain a normal distribution.

Regarding SCC genetic characteristics, its heritability is nearly zero in healthy udders (0,03 ± 0,02) and low when it is considered as a mastitis indicator. In the latter case heritability shows a higher value (0,12 ± 0,0.3), when it is used as a lactational measure than when the estimation is obtained from test day measures (0,09 ± 0,02). Genetic correlations are negative (-0,10) with milk yield and near zero (0,03) with protein percentage. Significant effects on SCC are estimated both for herd and lactation, whereas type of birth does not show significant differences.

From a practical point of view, selection against high SCC might cause positive moderate responses. However is does not seem advisable in the present situation of sheep in Castille and León since quicker responses may be obtained through the improvement of the infectious status of herds.

Key words: Genetic parameters, Lactation measure, Somatic cell counts, Dairy ewes.

Introducción

Los procesos mamíticos constituyen uno de los problemas patológicos de mayor importancia en las explotaciones lecheras. De su control depende en gran medida el rendimiento económico de las ganaderías. En consecuencia, los métodos que permiten un diagnóstico precoz y que pueden detectar incluso las mamitis subclínicas, han adquirido una importancia relevante. Entre ellos, el recuento de células somáticas en la leche se ha mostrado muy efectivo, de forma que se ha incluido entre los análisis rutinarios que se realizan para determinar los componentes bromatológicos de la leche, hace ya varios años en el ganado vacuno y más recientemente en el ovino y el caprino.

La concentración de células somáticas (RCS) está influenciada, fundamentalmente, por la higiene y las prácticas de manejo. No obstante, en el ganado vacuno se ha identificado un componente heredable apreciable para el RCS, lo que permite establecer una predicción significativa de la respuesta a la selección. En el ganado ovino este tipo de estudios son muy escasos.

El recuento de células somáticas (RCS) en la leche de animales sanos, puede considerarse como una variable más de composición de la leche, mientras que el RCS procedente de ubres enfermas, puede ser considerado como una variable diferente, indicadora de la presencia de mamitis.

Esta dualidad conceptual del RCS debe ser considerada, desde el punto de vista

genético, de forma que sería deseable realizar estimaciones de los parámetros genéticos con datos procedentes de animales sanos, independientemente de las estimaciones realizadas sobre animales enfermos o sobre la población completa.

Con objeto de diferenciar de forma fácil y rápida las ovejas sanas de las enfermas, puede utilizarse un umbral de discriminación mediante los valores del RCS. Por debajo del umbral la oveja se admite como sana y por encima se considera enferma. GONZÁLEZ y col. (1995) han establecido este umbral entre 250 y 300 células/(ml x 10^{-3}).

Las estimaciones de la heredabilidad y la repetibilidad del RCS permiten tomar decisiones sobre los programas de selección y los métodos de valoración genética. Teniendo en cuenta ambos parámetros, en el ganado vacuno DA y cols. (1992) y ZHANG y cols. (1994), muestran la adecuación de un Modelo Animal con repetibilidad para la valoración genética, considerando la precisión de las predicciones de los valores genéticos.

Los programas de selección aplicados en la actualidad al ganado ovino de aptitud láctea, consideran fundamentalmente la producción de leche y de proteína. Es importante conocer si estos programas pueden provocar una respuesta correlacionada que afecte al RCS, para lo cual deben estimarse las correlaciones genéticas.

Características estructurales de la variable

La variable RCS, incluida ya dentro del control lechero cualitativo oficial, como un parámetro más de composición, está siendo utilizada por los ganaderos y técnicos de ganado ovino, para identificar las hembras que padecen procesos mamíticos y establecer las medidas de control que consideren más adecuadas. Por lo tanto, esta variable está cumpliendo una misión importante, por cuanto produce una mejora sanitaria y, en consecuencia, productiva.

Desde el punto de vista de su utilización en programas de selección, la variable RCS debe cumplir una serie de características, que la cualifiquen como objetivo de selección.

Desde el punto de vista de su valoración, la variable puede considerarse muy adecuada. Es de fácil determinación por métodos automáticos, incluso puede incorporarse al proceso de cuantificación de las variables bromatológicas clásicas; no sufre alteración con la adición de las sustancias conservantes normalmente utilizadas y no se modifica durante los primeros días de conservación a temperatura ambiente o, preferentemente, refrigerada.

El RCS es una variable muy influenciada por el estado sanitario de la ubre, lo que hace que presente una enorme variabilidad, moviéndose entre valores muy extremos. Sus propiedades distributivas se encuentran muy alejadas de la normalidad, con una moda de 88, una mediana de 126 y una media de 734 y con un sesgo de 4,28. Con objeto de que adquiera una distribución más cercana a la normal, es necesario realizar su transformación logarítmica (Log RCS). La variable Log RCS presenta una distribución próxima a la normal, con una moda de 5,28, una mediana de 5,11, una media de 4,79 y un sesgo de 0,63, muy próximo al valor de la distribución normal.

Características genéticas

Heredabilidad y Repetibilidad

En el ganado ovino, las estimaciones de la heredabilidad del RCS que se han publicado hasta el momento han sido realizadas en la raza Churra. En la primera estimación (BARO y cols., 1994), se obtuvo un valor muy bajo, 0,04. Al ser efectuada para una población con valores muy altos de RCS, media aritmética de 2.254 células/(ml x 10^{-3}) y escasa conexión entre los rebaños, no creemos que pueda ser considerada como representativa del ganado ovino, en la actualidad. Posteriormente, EL-SAIED y cols. (1998a y b), utilizando datos procedentes de 10 rebaños incluidos en el núcleo de selección de la oveja Churra, con una media de 734 células/(ml x 10^{-3}), obtienen como estimaciones de la heredabilidad 0,09, para controles y 0,12 para medidas lactacionales. (cuadro 1). Las estimaciones de la heredabilidad del RCS obtenidas en el ganado vacuno, han estado comprendidas en el rango 0,09 - 0,13 (BANOS y SHOOK, 1990; SCHUTZ y cols., 1990; DA y cols., 1992; ZHANG y cols., 1994), siendo por lo tanto semejantes a las obtenidas en el ganado ovino.

Cuando para la estimación de la heredabilidad se consideraron únicamente controles inferiores al umbral, considerado éste en 250 células/(ml x 10^{-3}), es decir datos procedentes de ovejas sanas, la heredabilidad que se obtiene es de 0,03, estadísticamente no distinta de cero (cuadro 1). Por lo tanto, en los animales sanos el componente genético heredable parece ser nulo o muy pequeño, en todo caso menor que el obtenido cuando se utilizan todos los datos (0,09 a 0,12), es decir cuando el RCS se considera como indicador de la mamitis.

En consecuencia, en las ovejas enfermas, y por extensión en la población en general, el RCS puede ser considerado como un indicador aceptable para realizar selección a favor de la resistencia genética a procesos mamíticos, variable que puede ofrecer respuestas relativamente bajas pero significativas, de acuerdo con los valores de su heredabilidad. La selección para esta misma variable no sería eficaz si se consideran únicamente ovejas sanas, debido al bajo valor de la heredabilidad.

EL-SAIED y cols. (1998a y b) han obtenido estimaciones de 0,38 y 0,36, para la repetibilidad del RCS, utilizando controles y medidas lactacionales, respectivamente.

CUADRO 1
HEREDABILIDADES Y REPETIBILIDADES (r) Y SUS ERRORES TÍPICOS APROXIMADOS (ET) PARA LAS MEDIDAS DEL RCS

Variable	h^2	ET	r	ET
RCS como indicador de mamitis:				
Log RCS (medida lactacional)	0,12	0,03	0,35	0,03
Log RCS (controles)	0,09	0,02	0,38	0,01
RCS de ubres sanas:				
Log (RCS ≤ 250)	0,03	0,02	0,10	0,02

CUADRO 2
CORRELACIONES GENÉTICAS (DEBAJO DE LA DIAGONAL) Y FENOTÍPICAS (ENCIMA) PARA LOS CONTROLES DE RCS, PRODUCCIÓN LÁCTEA Y PORCENTAJE DE PROTEÍNA

	Pr.láctea	Log RCS	Proteína
Pr.láctea		-0,15	-0,31
Log RCS	-0,10		0,10
Proteína	-0,27	0,03	

A partir de controles efectuados cada 20 días, en la raza Lacaune, LAGRIFFOUL y cols. (1993), estimaron como valor de la repetibilidad del RCS 0,39, semejante al estimado en la raza Churra.

Considerando los valores obtenidos para las repetibilidades, podemos deducir que el sistema de control lechero que se utiliza en los rebaños comerciales de ovejas de raza Churra (un control mensual simplificado alternativo a.m.-p.m), es adecuado para el RCS. A esta misma conclusión han llegado también FUERTES y cols. (1998).

Correlaciones genéticas y fenotípicas

En el ganado ovino, los estudios genéticos del recuento de células somáticas en la leche son muy escasos, debido al reducido número de poblaciones que cuentan con registros genealógicos y productivos adecuados. Por otra parte, en el ganado vacuno, especie en la que estos estudios están más avanzados, los resultados obtenidos para las correlaciones genéticas pueden considerarse contradictorios, habiéndose estimado valores muy diversos (BANOS y SHOOK, 1990; SCHUTZ y cols., 1990).

En el cuadro 2, figuran las estimaciones de las correlaciones genéticas y fenotípicas para las variables RCS, producción láctea y porcentaje de proteína, obtenidas en la oveja Churra (EL-SAIED y cols., 1.998c).

Considerando el bajo valor de la correlación genética entre RCS y leche (-0,10), y el valor nulo entre RCS y porcentaje de proteína (0,03), no cabe esperarse una respuesta correlacionada en los niveles de RCS, cuando se seleccione para incrementar la producción láctea y proteica (EL SAIED y cols., 1998c).

Correlaciones fenotípicas inversas entre RCS y producción láctea han sido también encontradas en el ganado vacuno (SCHUTZ, 1977; NG-KAWI-HANG y cols., 1984; EMANUELSON y cols., 1988) y ovino (GONZALO y cols., 1994; LAGRIFFOUL y cols., 1994; FUERTES y cols., 1998).

Factores ambientales

Sobre el Log RCS, se muestran significativos los efectos del rebaño y el número de lactación. Sin embargo, el tipo de parto no detecta diferencias significativas.

Para el estudio de la concentración de células somáticas en la leche, pueden utili-

zarse datos procedentes directamente de los controles o medidas lactacionales (media de los controles de cada lactación). En cada caso, como indicaremos más adelante, los factores de variación que suelen utilizarse en los modelos matemáticos destinados a la valoración genética, pueden ser diferentes.

Cuando la variable es el Log del RCS obtenido en los controles, los factores de variación utilizados más frecuentemente son el Rebaño-fecha de control, el número de lactación, el tipo de parto y el estado de la lactación. En nuestros estudios, salvo el tipo de parto, el resto de los factores se han mostrado altamente significativos ($P< 0,001$) y con una influencia muy importante, cuando se utilizan todos los datos. Sin embargo, cuando únicamente se incluyen datos del Log (RCS $\leq$ 250), los resultados cambian. El momento de la lactación y el número de parto (al menos en los 6 primeros), parecen no influir sobre el Log (RCS $\leq$ 250). Estos resultados permiten deducir que el Log (RCS $\leq$ 250), es decir aplicado a ubres sanas y el Log RCS, es decir, tomado como indicador de mamitis, se comportan como variables fisiológicamente diferentes.

Cuando la variable es la medida lactacional del RCS, los factores de variación corrientemente utilizados son el Rebaño-año-estación, el número de lactación y el tipo de parto. En nuestros análisis, solo el Rebaño-año-estación y el número de lactación mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0,001$).

Aplicación práctica

Considerando los valores moderados de la repetibilidad y los relativamente bajos de la heredabilidad de la variable lactacional del RCS, así como de los controles, resulta adecuado utilizar mediciones repetidas, con la máxima información posible, para aumentar la precisión de la predicción de los valores genéticos, de la misma forma que se ha aplicado en el ganado vacuno (DA y cols., 1992 y ZHANG y cols., 1994). Además, con el mismo objetivo, puede utilizarse un Modelo Animal con repetibilidad, especialmente interesante en el ganado ovino, debido a que el número de hijas de los moruecos es más bajo que el de los toros.

En los programas de selección aplicados al ganado ovino, para la predicción de los valores genéticos considerando las variables lactacionales, puede considerarse adecuado el siguiente Modelo Animal multicarácter con repetibilidad:

$$y_{ijkmn} = A_i + PE_i + RAE_j + P_k + T_m + e_{ijkmn}$$

donde:

- y_{ijkmn} = medida lactacional de RCS, producción láctea en 120 d, porcentaje de proteína por lactación,
- A_i = efecto aleatorio genético aditivo del animal i,
- PE_i = efecto aleatorio ambiental permanente del animal i,
- RAE_j = efecto fijo del rebaño-año-estación j,
- P_k = efecto fijo del número de parto k,
- T_m = efecto fijo del tipo de parto m, y
- e_{ijkmn} = efecto residual aleatorio.

Una alternativa en el procedimiento de predicción de los valores genéticos podría ser considerar los controles de RCS en lugar de las medidas lactacionales. Para la producción láctea del ganado vacuno PTAK y SCHAEFFER (1993) y SWELVE (1995) se refieren a las posibles ventajas de este tipo de modelos.

Para la predicción de los valores genéticos en el ganado ovino, siguiendo este tipo de modelo de controles, sería adecuada la utilización del siguiente Modelo Animal multicarácter con repetibilidad:

$$y_{ijklmn} = A_i + PE_i + RDC_j + P_k + L_l + T_m + \\ + e_{ijklmn}$$

donde:

y_{ijklmn} = producción láctea, Log (RCS), porcentaje de proteína, por control,

A_i = efecto aleatorio genético aditivo del animal i,

PE_i = efecto aleatorio ambiental permanente del animal i,

RDC_j = efecto fijo del rebaño-día de control j,

P_k = efecto fijo del número de parto k,

L_l = efecto fijo del periodo de la curva de lactación l,

T_m = efecto fijo del tipo de parto m, y

e_{ijklmn} = efecto residual aleatorio.

Ambos tipos de modelos matemáticos han sido utilizados (EL-SAIED y cols., 1998a, b y c), para la estimación de los parámetros genéticos, siguiendo los procedimientos AIREML de GILMUR y cols., (1995) y DFREML de THOMPSON y cols., (1990).

La adecuación del Modelo Animal con repetibilidad se basa, por lo tanto, en una concepción puramente estadística, pero posiblemente puede tener, también, una justificación en términos biológicos. En este sentido, el Modelo Animal con repetibilidad, supone la utilización de medidas repetidas de RCS, tanto relativas a los diferentes controles de una misma lactación, como a la información procedente de lactaciones diferentes, de una misma oveja.

Biológicamente, la utilización de medidas repetidas permite valorar el historial de cada oveja respecto al recuento. La persistencia de valores altos del RCS, podría indicar una baja capacidad de la oveja para superar los procesos mamíticos y por lo tanto del nivel de respuesta inmunitaria a la infección, es decir un bajo nivel de resistencia. También podría interpretarse como un efecto debido a la patogenicidad del microorganismo causante del proceso mamítico, con resistencia variable frente al sistema inmunitario ovino.

En la situación actual del ganado ovino en Castilla y León, con unas condiciones sanitarias deficientes, aunque en clara evolución positiva, el RCS es una variable muy influenciada por agentes patógenos. Aunque las últimas estimaciones de heredabilidad permiten deducir la posibilidad de obtener respuestas positivas, si se ejerce una presión de selección en contra de altos RCS, se obtendrían respuestas más rápidas y adecuadas mejorando las condiciones sanitarias de los rebaños. Alcanzado un nivel sanitario aceptable, la selección en contra de RCS altos y persistentes y, en consecuencia, hacia mayor resistencia genética, estaría justificada, utilizando para la valoración genética de los reproductores un Modelo Animal con repetibilidad.

Agradecimientos

Las investigaciones que han dado lugar a los resultados expuestos, se han realizado con financiación de la C.I.C.YT. (proyecto AGF96-0819-CP).

Bibliografía

BANOS G. y SHOOK G.E., 1990. Genotype by environment interaction and genetic correlations among parities for somatic cell count and milk yield. J. Dairy Sci. 73, 2563-2573.

BARO J.A., CARRIEDO J.A. y SAN PRIMITIVO F., 1994. Genetic parameters of test day measures for somatic cell count, milk yield and protein percentage of milking ewes. J. Dairy Sci. 77, 2658-2662.

DA Y., GROSSMAN M., MISZTAL I. y WIGANS R.R., 1992. Estimation of genetic parameters for somatic cell score in Holsteins. J. Dairy Sci. 75, 2265-2271.

EL-SAIED U.M., CARRIEDO J.A. y SAN PRIMITIVO F., 1998a. Heritability of test day somatic cell counts and its relationship with milk yield and protein percentage in dairy ewes. J. Dairy Sci. Aceptado para su publicación.

EL-SAIED U.M., CARRIEDO J.A., DE LA FUENTE L.F. y SAN PRIMITIVO, F., 1998b. Genetic parameters of lactation cell counts and milk and protein yields in dairy ewes. Enviado para su publicación.

EL-SAIED U.M., CARRIEDO J.A., DE LA FUENTE L.F. y SAN PRIMITIVO, F., 1998c. Genetic and environmental correlations among somatic cell counts, milk yield, and protein percentage in milking ewes. 6º International Symposium on the Milking of Small Ruminants. Aceptado para su publicación.

EMANUELSON U., DANELL B. y Philipsson J., 1988. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell counts and milk production estimated by multitrait restricted maximum likelihood. J. Dairy Sci. 71, 467-476.

FUERTES J.A., GONZALO C., CARRIEDO J.A. y SAN PRIMITIVO F., 1998. Parameters of test day milk yield and milk componentes for dairy milk and milk components for dairy ewes. J. Dairy Sci. 81, 1300-1307.

GILMUR A.R., THOMSON R. y CULLIS R.R., 1995. AIREML, an efficient algorithm for variance parameter estimation in linear mixed models. Biometrics, 51, 1440-1450.

GONZÁLEZ M.C., GONZALO C., SAN PRIMITIVO F. y CARMENES P., 1995. Relationship between somatic cell count and intramammary infection of the half udder in dairy ewes. J. Dairy Sci. 78, 2753-2759.

GONZALO C., CARRIEDO J.A., BARO J.A. y SAN PRIMITIVO F., 1994. Factors influencing variation of test day milk yield, somatic cell count, fat, and protein in dairy sheep. J. Dairy Sci. 77, 1537-1542.

LAGRIFOUL G., AUREL M. A., BARILLET F. BERGONIER D., BERNARD J. y BERTHELOT X., 1993. Evaluation des coptages de cellules somatiques de brebis de race Lacaune: Resultats preliminaires. Acts del V Int. Symp. Machine Milking Small Ruminants. S. Kukovics Publ., Budapest, Hungary: 110-119.

LAGRIFOUL G., BERGONIER D., BERTHELOT X., JACQUIN M., GUILLOUET P. y BARILLET F., 1994. Facteurs de variation génétiques et non génétiques des comptages de cellules somatiques du lait de brebis en relation avec les caractères laitiers et les mesures portant sur le lait du tank. Int. Symp. "Somatic cells and milk of small ruminants". Bella, Italy. 10-15.

NG-KAWI-HANG K.F., HAYES J.F., MOXLEY J.E. y MONARDES H.G., 1984. Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of Bovine milk. J. Dairy Sci. 67, 361-366.

PEAK E. y SCHAEFFER L.R., 1993. Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. Lives. Prod. Sci. 34, 23-34.

SCHUTZ M.M., HANSEN L.B., STEUERNAGEL G.R., REINAU J.K. y KUCK A.L., 1990. Genetic parameters for somatic cells, protein, and fat in milk of Holsteins. J. Dairy Sci. 73, 494-502.

SWELVI H.H., 1995. The effect of test day models on estimation of genetic parameters and breeding values for dairy yield traits. J. Dairy Sci. 78, 929-938.

THOMPSON R. y HILL W.G., 1990. Univariate REML analysis for multivariate data with the animal models. Proc. 4th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod., Edinburgh, Scotland XIII, 484-487.

ZHANG W.C., DEKKERS C.M., BANOS G. y BURNSIDE E.B., 1994. Adjustment factors and genetic evaluation for somatic cell score and relatioships with other traits of Canadian Holsteins. J. Dairy Sci. 77, 659-665.