PARÁMETROS GENÉTICOS Y FENOTÍPICOS PARA CARACTERES DE COAGULACIÓN DE LA LECHE EN UNA POBLACIÓN COMERCIAL DE OVEJAS DE RAZA ASSAF

Sánchez-Mayor[1], M., Pong-Wong[2], R., Gutiérrez-Gil[1], B., de la Fuente[1], L.F., Garzón[3], A. y Arranz[1], J.J.
[1]Dpto. Producción Animal, Universidad de León, 24071, León, Spain. [2] The Roslin Institute and R(D)SVS, University of Edinburgh, Roslin, Midlothian, EH25 9PS, United Kingdom.
[3]Dpto. Producción Animal, Universidad de Córdoba, 14071, Córdoba, Spain.
msancm@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La raza Assaf es una raza especializada en la producción de leche. El programa de selección está gestionado por la Asociación Nacional de Criadores de Assaf y tiene como objetivo de selección la mejora, tanto de la producción de leche por lactación como de la calidad de la misma, usando como criterios de selección los kg de Leche, grasa y proteína tipificados a 150 días (ASSAFE, 2017). Dado que la mayor parte de la leche de oveja se utiliza para la producción de queso de alta calidad, el estudio de los factores que influyen en las propiedades tecnológicas de la leche de oveja durante la elaboración son aspectos de gran interés. Hoy en día existe un problema identificado por la industria quesera al detectar leches con un rendimiento quesero bajo, en relación a los grados de extracto quesero analizado. Esto sugiere problemas relacionados con las propiedades de coagulación de la leche (MCP, del inglés, *milk coagulation properties*), que se estudian a través de varios parámetros medidos en un formágrafo y no se incluyen en la rutina del control lechero oficial. En ganado vacuno varios estudios han demostrado que las MCP están influidas por diferentes factores como el pH, el contenido de caseínas, el recuento de células somáticas (SCC) y la acidez de la leche. En la oveja, el número de estudios en este tema es menor, centrándose la mayoría de ellos en la oveja Sarda (Pazzola et al., 2014; Puleda et al., 2016). En la raza Manchega se ha demostrado que el principal factor que influye la eficiencia de la coagulación es el pH inicial de la leche (Caballero-Villalobos et al., 2018). El objetivo de este trabajo fue estimar los parámetros genéticos y fenotípicos para caracteres relacionados con el proceso de coagulación en una población comercial de raza Assaf, raza en la que no se han descrito anteriormente estudios para estos caracteres.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población, muestreo y fenotipos: El estudio incluyó una población de 1153 ovejas Assaf pertenecientes a tres rebaños inscritos en ASSAFE y localizados en la región de Castilla y León. De cada oveja se recogió, antes del ordeño de la mañana, una única muestra de leche de 50 ml que se envió refrigerada al laboratorio de la Universidad de Córdoba para su procesamiento. Los caracteres de MCP estimados con un Formagraph® (Foss Electric) fueron: (i) el tiempo de coagulación después de la adición de la enzima (RCT, min); (ii) el tiempo en que la cuajada alcanza 20 milímetros (K20, min), que será tratado como el logaritmo en base a 10 de K20 debido a la no normalidad de la distribución de la variable; (iii) la firmeza de la cuajada a los 30 minutos (A30, mm) y, (iv) la firmeza de la cuajada a los 60 minutos (A60, mm). Además, para las ovejas incluidas en el estudio se dispuso de los datos del control lechero oficial más cercano al día de muestreo, a partir del cual se obtuvieron medidas para los caracteres de composición y producción de leche: porcentaje de proteína (PP, %), porcentaje de grasa (FP, %), porcentaje de lactosa (LP, %), producción de leche (MY, Kg), producción de grasa (FY, Kg), producción de proteína (PY, Kg) y producción de lactosa (LY, Kg) y dos caracteres funcionales: pH y logaritmo en base a dos de las células somáticas (SCS). El estudio también utilizó datos de otras variables aportadas por la asociación de ganaderos: pedigrí de los animales, fecha-control-rebaño (FTD, 12 niveles), edad (Edad, 7 niveles), número de corderos nacidos (NBL, 2 niveles) y días de lactación (DIM).

Análisis estadístico: Se realizó un análisis REML para calcular las heredabilidades y las correlaciones fenotípicas y genéticas entre los caracteres considerados. Se utilizaron un total de 78 modelos bivariados para calcular las correlaciones entre los caracteres. Debido a que cada carácter se incluyó en 12 modelos bivariados, el valor final de las estimaciones para las varianzas genéticas y ambientales se calculó como el promedio ponderado. Todos los análisis se realizaron utilizando el software ASREML versión 4.1 (Gilmour et al., 2014). El modelo bivariado aplicado fue el siguiente (Mrode (2014)):

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix},$$

donde y_i es el vector de observaciones del carácter i-th; b_i es el vector de efectos fijos para el carácter i-th, considerándose como efectos fijos DIM, como covariable, y FTD, Edad y NBL como factores; a_i es el vector que contiene los efectos aditivos aleatorios del carácter i-th, e_i es el vector de los efectos residuales para el carácter i-th; y X_i y Z_i son las matrices de incidencia que relacionan las observaciones y_i con b_i y a_i, respectivamente, para el carácter i-th.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las heredabilidades y correlaciones genéticas y fenotípicas estimadas para los cuatro caracteres de coagulación estudiados se muestran en la Tabla 1. Como se observa, las heredabilidades de los caracteres de coagulación son moderadas, variando entre 0.17 (A60) y 0.28 (logK20). En general, la magnitud de las estimaciones fue mayor para la correlación genética que para la correlación fenotípica. Como se esperaba, se obtuvo una correlación genética y fenotípica muy alta y positiva entre los caracteres RCT y logK20 (0,87 y 0,72, respectivamente), mientras que A30 y A60 mostraron correlaciones genéticas y fenotípicas de magnitud media-alta (0,75 y 0,42, respectivamente). Los caracteres RCT y logK20 mostraron correlaciones altas pero negativas con los caracteres A30 y A60, tanto a nivel genético como fenotípico. En general, las heredabilidades para los cuatro caracteres de coagulación, RCT, logK20, A30 y A60, fueron más altas que las descritas en otros estudios realizados en la raza Sarda (Bittante et al., 2016; Puledda et al., 2016), lo que podría deberse a la limitada varianza ambiental del conjunto de datos analizado en el presente estudio. La mayoría de las correlaciones fenotípicas fueron más bajas que las correlaciones genéticas y algunas de ellas mostraron dirección opuesta. Esto puede deberse a diferentes causas biológicas relacionadas con el tipo de caracteres o a estimaciones imprecisas de las correlaciones genéticas debido al error de muestreo y el efecto del pequeño tamaño muestral (Cheverud, 1988). Referente a las correlaciones entre MCP y caracteres de producción y calidad de la leche, los caracteres de coagulación no se correlacionaron a nivel fenotípico con los caracteres de composición y producción de leche, mientras que, con caracteres funcionales (pH, SCS), las correlaciones fueron moderadas-altas. Los caracteres pH y SCS se correlacionaron positivamente con RCT (0,68 y 0,22) y logK20 (0,61 y 0,18), mientras que con A30 (-0,56, -0,09) y A60 (-0,54, -0,08) mostraron una correlación negativa. Para las correlaciones genéticas, los caracteres de mayor magnitud con respecto a los caracteres de coagulación fueron porcentaje de grasa y pH. Las altas correlaciones fenotípicas y genotípicas observadas entre pH y los caracteres de coagulación mostraron que una disminución en el pH aumenta el tiempo de coagulación y reduce la firmeza de la cuajada, corroborando lo expuesto por otros autores sobre que el pH es un factor muy importante para las MCP (Bencini, 2002; Bittante et al., 2016). Las correlaciones genéticas para porcentaje de grasa y de proteína de la leche fueron positivas con RCT y A60, lo que indica que las muestras con alto porcentaje de proteína y grasa pueden tardar más en coagular, pero muestran, a la vez, un aumento final en la firmeza de cuajada. Estos resultados concuerdan con los ya descritos en la raza Sarda (Bittante et al., 2016; Puledda et al., 2016). En general, las heredabilidades estimadas para los caracteres relacionados con la MCP sugieren la posibilidad de mejora genética a través de selección, mientras que el conocimiento de las correlaciones genéticas con los caracteres medidos de forma rutinaria en el control lechero podría servir para realizar una mejora indirecta de las MCP. Los datos fenotípicos indicaron que muchas muestras de la población analizada presentan una coagulación lenta pero eficiente, de forma que muchos animales no presentaron un dato para el carácter A30 pero sí para A60, lo que sugiere que, en la raza Assaf, el parámetro A60 es más adecuado para este tipo de estudios que el A30. Sin embargo, pensamos que estos datos iniciales deberían ser confirmados en futuros estudios sobre los caracteres de coagulación en el ganado ovino.

Tabla 1. *Parámetros genéticos para los caracteres relacionados con las propiedades de coagulación de la leche. Se muestra las estimaciones de heredabilidad para cada carácter (en la diagonal), así como de las correlaciones genéticas (encima de la diagonal principal) y fenotípicas (debajo de la diagonal principal) entre caracteres*.

Caracteres	RCT	logK20	A30	A60
RCT (min)	**0,22 (0,08)**	0,87 (0,12)	-0,94 (0,05)	-0,75 (0,20)
logK20 (min)	0,72 (0,01)	**0,28 (0,09)**	-0,90 (0,14)	-0,94 (0,11)
A30 (mm)	-0,79 (0,01)	-0,58 (0,02)	**0,27 (0,02)**	0,75 (0,21)
A60 (mm)	-0,59 (0,02)	-0,74 (0,01)	0,42 (0,03)	**0,17 (0,07)**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• ASOCIACIÓN NACIONAL DE CRIADORES DE GANADO OVINO DE LA RAZA ASSAF (ASSAFE) 2016 • Gilmour, A.R., Gogel, B.J., Cullis, B.R., Welham, S.J. & Thompson, R. 2014. VSN International Ltd, Hemel Hempstead, HP1 1ES, UK. • Mrode, R.A. 2014. Third edition. Boston, MA: CABI • Bittante, G., Cipolat-Gotet, C., Pazzola, M., Dettori, M.L., Vacca, G.M. & Cecchinato, A. 2016. Journal of Dairy Science 100: 385–394. • Puledda, A., Gaspa, G., Manca, M.G., Serdino, J., Urgeghe, P.P., Dimauro, C., Negrini, R. & Macciotta, N.P.P. 2016. Animal 1–9 • Cheverud, J.M. 1988. Evolution 42: 958. • Bencini, R. 2002. Journal of the Science of Food and Agriculture 82: 705–719. • Pazzola, M., Cipolat-Gotet, C., Bittante, G., Cecchinato, A., Dettori, M.L. & Vacca, G.M. 2018. Journal of Dairy Science 101: 3164–3175 .• Bianchi, L., Bolla, A., Budelli, E., Caroli, A., Casoli, C., Pauselli, M. & Duranti, E. 2004. Journal of Dairy Science 87: 2401–8. • Manca, M.G., Serdino, J., Gaspa, G., Urgeghe, P., Ibba, I., Contu, M., Fresi, P. & Macciotta, N.P.P. 2016. Journal of Dairy Science 99: 4547–4557.

Agradecimientos: Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto AGL2015-66035-R del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Sánchez-Mayor, M. está financiada por un contrato FPI del MINECO (Ref. BES-2013-063614). Gutiérrez-Gil, B. ha sido beneficiaria de un contrato "Ramón y Cajal" (RYC-2012-10230) del MINECO.

GENETIC AND PHENOTYPIC PARAMETERS FOR MILK COAGULATION TRAITS IN A COMMERCIAL POPULATION OF ASSAF DAIRY SHEEP

ABSTRACT: Because most of the sheep milk is used for the production of high quality cheese the study and control of the factors influencing the technological properties of the sheep milk, including the milk coagulation properties (MCP) is a major challenge for the dairy sheep industry. The aim of this work was the estimation of genetic parameters of traits related to the MCP in a commercial population of the Assaf sheep breed. For that, one sample of milk was obtained from a total of 1,153 ewes and four traits related to the milk coagulation properties: rennet coagulation time, curd- firming time and the curd-firmness at 30 and 60 minutes. Milk composition, production and functional traits (pH and SCS) were also studied. A REML analysis was used to estimate the genetic parameters and variance components, whereas bivariate models were used to calculate the phenotypic/genetic correlations among the 13 traits considered. Unexpected, genetic correlations between A30 and milk composition, production and functional traits were negative and moderate-high, except for PP and SCS. The heritabilities estimated for the four cheese-making traits were moderate, showing in general, higher values than those reported in other sheep studies and suggesting that improvement for these traits is possible through selection. In general, with regard to the correlations, the overall magnitude of the estimates was higher for the genetic correlation than for the phenotypic correlation. Further studies based on a larger number of sample animals are required to confirm the preliminary results reported here.

Keywords: sheep, milk coagulation properties, genetic parameters, REML analysis.