

EFFECTS OF PHYSIOLOGICAL AND MANAGEMENT FACTORS ON THE MILK COMPOSITION OF RAMBOUILLET EWES

EFFECTOS DE FACTORES FISIOLÓGICOS Y DE MANEJO EN LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE OVEJAS RAMBOUILLET

Manuel A. Ochoa-Cordero¹, Glafiro Torres-Hernández², Peter B. Mandeville³ and Marta O. Díaz-Gómez¹

¹Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Apartado Postal 32. San Luis Potosí, San Luis Potosí. (simba646@hotmail.com). ²Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (glatohe@colpos.mx). ³Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Avenida Venustiano Carranza. Número 345. 78210. San Luis Potosí, San Luis Potosí. (mandevip@uaslp.mx)

ABSTRACT

The effects of physiological and management factors on the milk composition of Rambouillet ewes under confined management at the Sheep Unit, Agronomy Faculty, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, were evaluated. Two treatments were randomly assigned to 45 single- and twin-rearing ewes, 2-5 years old: 6 and 8 weeks of lactation, which were the dates when the lambs were weaned. Milk samples were taken during lactation (weeks 1, 3, 6, 8, and 12), and chemically analyzed using standard laboratory procedures for protein, fat, total solids, ash and lactose percentages. Statistical analysis was performed utilizing a model that included the fixed effects of lambing number (LN: 1-3+), birth type (BT: single, twins), lamb sex (LS: ram lambs, ewe lambs, utilizing a separate model), weaning date (WD: 6 weeks, 8 weeks), and first order interactions. Overall means for milk protein, fat, total solids, ash, and lactose were $5.2 \pm 0.5\%$, $5.6 \pm 2.1\%$, $16.7 \pm 2.1\%$, $0.91 \pm 0.06\%$, and $4.5 \pm 0.4\%$. Consistent significant ($p \leq 0.01$) effects of LN, BT, and WD were observed for protein, fat and total solids. An LS effect ($p \leq 0.05$) was found only on lactose. Significant ($p \leq 0.01$) LN $\times$ WD and BT $\times$ WD interactions showed an influence on milk fat and total solids.

Key words: Environmental factors, ewes, intensive management, milk components.

INTRODUCTION

In México, Rambouillet sheep are raised for wool and meat production. Ochoa-Cordero *et al.* (2002) concluded that Rambouillet ewes have an important milk production potential and the that quality of the milk components should allow its utilization in the cheese and yoghurt-production industries. It is important to determine the factors that influence the milk component variation in Rambouillet sheep since, for other breeds, genotype (Thomas *et al.*, 2001), age or

RESUMEN

Se evaluaron los efectos de factores fisiológicos y de manejo en la composición de la leche de ovejas Rambouillet en condiciones de confinamiento en la Unidad de Ovinos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Se asignaron dos tratamientos al azar a 45 ovejas con crías de partos sencillos o gemelares, de 2-5 años de edad, 6 y 8 semanas de lactancia, que fueron las fechas cuando se destetaron los corderos. Se tomaron muestras de leche durante la lactancia (semanas 1, 3, 6, 8, y 12) y se analizaron químicamente usando procedimientos estándar de laboratorio para los porcentajes de proteína, grasa, sólidos totales, ceniza y lactosa. Se realizó un análisis estadístico utilizando un modelo que incluyó los efectos fijos del número de parto (NP: 1-3+), tipo de parto (TP: sencillo, gemelar), sexo del cordero (SC: macho, hembra, utilizando un modelo separado), fecha de destete (FD: 6 semanas, 8 semanas), e interacciones de primer orden. Las medias generales para la proteína de leche, grasa, sólidos totales, cenizas y lactosa fueron $5.2 \pm 0.5\%$, $5.6 \pm 2.1\%$, $16.7 \pm 2.1\%$, $0.91 \pm 0.06\%$ y $4.5 \pm 0.4\%$. Se observaron efectos significativos consistentes ($p \leq 0.01$) de NP, TP y FD en proteína, grasa y sólidos totales. Se encontró un efecto de SC ($p \leq 0.05$) sólo en lactosa. Las interacciones significativas ($p \leq 0.01$) NP $\times$ FD y TP $\times$ FD mostraron influencia en la grasa de la leche y en los sólidos totales.

Palabras clave: Factores ambientales, ovejas, manejo intensivo, componentes de la leche.

INTRODUCCIÓN

En México se crían ovejas Rambouillet para la producción de lana y carne. Ochoa-Cordero *et al.* (2002) concluyeron que las ovejas Rambouillet tienen un potencial importante en la producción de leche y que la calidad de los componentes de la leche permitiría su empleo en las industrias de producción de quesos y yogurt. Es importante determinar los factores que influyen en la variación de los

Recibido: Noviembre, 2005. Aprobado: Octubre, 2006.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 41: 263-270. 2007.

parity (Ploumi *et al.*, 1998; Othmane *et al.*, 2002a), litter size (Fuertes *et al.*, 1998; Othmane *et al.*, 2002b), stage of lactation (Gosling *et al.*, 1997; Pavic *et al.*, 2002), feeding regime (Papadomichelakis *et al.*, 2002; Pulina *et al.*, 2004), weaning system (McKusick *et al.*, 2001; McKusick *et al.*, 2002), and milking methods (Bencini and Pulina, 1997) influence sheep milk composition, while the effect of sex of lambs remains uncertain (Wohlt *et al.*, 1981). However, there is limited information on milk composition and factors that influence its variation in non-dairy ewes. The aim of this study was to evaluate physiological and management factors involved in the variation of the milk protein, fat, total solids, ash and lactose percentages of Rambouillet ewes.

MATERIALS AND METHODS

Data were collected from the sheep flock located at the Sheep Unit, Agronomy Faculty, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, in Ejido Palma de la Cruz, Municipality of Graciano Sánchez, S.L.P., km 14.5 of the San Luis Potosí-Matehuala highway. It is located geographically at 22° 14' N and 100° 51' W, at 1835 masl. The climate is dry and temperate with warm summer, average annual temperature of 17.8 °C and average annual rainfall of 271 mm (García, 1973).

Two treatments were randomly assigned to 45 Rambouillet ewes, 2-5 years old with an average body weight of 65±7.1 kg: weaning lambs following 6 or 8 weeks of lactation. Milk samples were taken from the ewes at the beginning of milk production (week 1), at maximum production (week 3), at weaning (weeks 6 and 8) and at the end of the study (week 12). Management, and milking procedures of these sheep, were reported by Ochoa-Cordero *et al.* (2002). Fat content was determined by Gerber's method, total solids by heating on a stove, protein (N×6.38) by the Microkjeldahl method, lactose by the Eynon and Lane method, and ash by incineration with a muffle.

The statistical analysis was performed utilizing the R statistical package (Ihaka and Gentleman, 1996). The model used to test milk components was:

$$Y_{ijkl} = \mu + LN_i + BT_j + WD_k + (LN \times WD)_{ik} + (BT \times WD)_{jk} + E_{ijkl}$$

where, Y_{ijk} =milk components (fat, protein, total solids, ash, and lactose); μ =population mean; LN_i =effect of the i -th lambing number ($i=1, 2, 3+$); BT_j =effect of the j -th birth type ($j=1, 2$); WD_k =effect of the k -th weaning date ($k=1, 2$); $(LN \times WD)_{ik}$ and $(BT \times WD)_{jk}$ interaction effects; E_{ijk} =random error NID (0, σ^2).

The effect of lamb sex was evaluated in a separate model that included the same sources of variation, but only single lambs were analyzed. The above factors were also included in a preliminary analysis of milk yield; however, none of them had a significant effect on this trait.

componentes de la leche de ovejas Rambouillet ya que, en otras razas, el genotipo (Thomas *et al.*, 2001), la edad o partos (Ploumi *et al.*, 1998; Othmane *et al.*, 2002a), el tamaño de la camada (Fuertes *et al.*, 1998; Othmane *et al.*, 2006b), la etapa de lactancia (Gosling *et al.*, 1997; Pavic *et al.*, 2002), el régimen de alimentación (Papadomichelakis *et al.*, 2002; Pulina *et al.*, 2004), el sistema de destete (McKusick *et al.*, 2001; McKusick *et al.*, 2002) y los métodos de ordeña (Bencini y Pulina, 1997) influyen en la composición de la leche de oveja, mientras que el efecto del sexo de los corderos permanece incierto (Wohlt *et al.*, 1981). Sin embargo, la información sobre la composición de la leche y los factores que influyen en su variación en ovejas no lecheras es limitada. El propósito de este estudio fue evaluar los factores fisiológicos y de manejo involucrados en la variación de los porcentajes de proteína, grasa, sólidos totales, cenizas y lactosa de la leche de ovejas Rambouillet.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información se obtuvo de un rebaño de ovejas ubicado en la Unidad Ovina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en el Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Graciano Sánchez, S. L. P., km 14.5 de la carretera San Luis Potosí-Matehuala. Geográficamente se localiza a los 22° 14' N y 100° 51' O, a 1835 msnm. El clima es seco y templado con verano caluroso, temperatura promedio anual de 17.8 °C y precipitación promedio anual de 271 mm (García, 1973).

Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos en 45 ovejas Rambouillet, de 2-5 años de edad con un peso promedio de 65±7.1 kg: corderos destetados a las 6 y 8 semanas de lactancia. Se tomaron muestras de leche de las ovejas al inicio de la producción de leche (semana 1), a la producción máxima (semana 3), al destete (semanas 6 y 8) y al final del estudio (semana 12). Ochoa-Cordero *et al.* (2002) reportaron el manejo y los procedimientos de ordeña de estas ovejas. El contenido de grasa se determinó por el método de Gerber, los sólidos totales por calentamiento en estufa, el de proteína (N×6.38) por el método Microkjeldahl, la lactosa por el método Eynon y Lane y las cenizas por incineración en horno.

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico R (Ihaka y Gentleman, 1996). El modelo usado para probar los componentes de la leche fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + NP_i + TN_j + FD_k + (NP \times FD)_{ik} + (TN \times FD)_{jk} + E_{ijkl}$$

donde, Y_{ijk} =componentes de la leche (grasa, proteína, sólidos totales, cenizas y lactosa); μ =media poblacional; NP_i =efecto del i -ésimo número de parto ($i=1, 2, 3+$); TP_j =efecto del j -ésimo tipo de nacimiento ($j=1, 2$); FD_k =efecto de la k -ésima fecha de destete ($k=1, 2$); $(NP \times FD)_{ik}$ y $(TP \times FD)_{jk}$ efectos de interacción; E_{ijk} =error aleatorio NID (0, σ^2).

RESULTS AND DISCUSSION

The least-squares means of the traits analyzed and their statistical significance are shown in Table 1. Overall means for milk protein, fat, total solids, ash and lactose in this study were $5.2 \pm 0.5\%$, $5.6 \pm 2.1\%$, $16.7 \pm 2.1\%$, $0.91 \pm 0.06\%$, and $4.5 \pm 0.4\%$.

Lambing number had a significant ($p \leq 0.01$) effect on protein, fat and total solids (Table 1); protein increased slightly with lambing number. However, the pattern for fat was not the same as that for protein, since fat decreased from the first to the second lambing number (a result not expected) and then increased to the third lambing number. Sevi *et al.* (2000) mentioned two possible factors that could explain the increase in milk protein and fat as the lactation number increased: first, the ewe with a higher number of lactations has a greater body weight which in turn leads to a greater availability of body reserves for the synthesis of milk components and; as the number of lactations increases, there is a bigger development of the udder glandular tissue. However, the nutrients partitioning to support lactation are also important (Bauman and Currie, 1980; Hart, 1983). Casoli *et al.* (1989) found lower averages of protein, fat, total solids, lactose, and non-fat solids during the first lactation of Massese ewes; their protein (5.8 to 6.2%) and fat (6.8 to 7.4%) values showed a linear increase from the first through the sixth lactation.

Se evaluó el efecto del sexo del cordero en un modelo separado que incluyó las mismas fuentes de variación, pero sólo se analizaron corderos de nacimientos sencillos. Los factores anteriores también se incluyeron en un análisis preliminar de producción de leche; sin embargo, ninguno de ellos tuvo un efecto significativo en esta característica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de mínimos cuadrados de las características analizadas y su significancia estadística se muestran en la Tabla 1. Las medias generales para proteína de leche, grasa, sólidos totales, ceniza y lactosa en este estudio fueron $5.2 \pm 0.5\%$, $5.6 \pm 2.1\%$, $16.7 \pm 2.1\%$, $0.91 \pm 0.06\%$ y $4.5 \pm 0.4\%$.

El número de parto tuvo un efecto significativo ($p \leq 0.01$) en proteína, grasa y sólidos totales (Cuadro 1); la proteína aumentó ligeramente con el número de parto. Sin embargo, el modelo para la grasa no fue el mismo que para la proteína, ya que la grasa disminuyó del primero al segundo número de parto (un resultado no esperado). Sevi *et al.* (2000) mencionaron dos posibles factores que podrían explicar el aumento en proteína y grasa de la leche a medida que aumentó el número de lactancias: primero, la oveja con mayor número de lactancias tiene un peso corporal más grande que a su vez conduce a una disponibilidad mayor de reservas corporales para la síntesis de los componentes

Table 1. Least-squares means (mean $\pm$ s.e.) of milk protein (PRO), fat (FAT), total solids (TS), ash (ASH), and lactose (LAC) of Rambouillet ewes according to lambing number (LN), birth type (BT), lamb sex (LS), and weaning date (WD).

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados (media $\pm$ s.e.) de proteína de leche (PRO), grasa (FAT), sólidos totales (TS), cenizas (ASH), y lactosa (LAC) de leche de ovejas Rambouillet de acuerdo al número de parto (LN), tipo de parto (BT), sexo del cordero (LS) y fecha de destete (WD).

Effect	N	PRO (%)	FAT (%)	TS (%)	ASH (%)	LAC (%)
LN:		†	†	†	NS	NS
1	18	5.1 ± 0.1 a	5.7 ± 0.1 b	16.7 ± 0.1 b	0.91 ± 0.01 a	4.6 ± 0.1 a
2	11	5.2 ± 0.1 ab	5.0 ± 0.2 a	16.1 ± 0.2 a	0.91 ± 0.01 a	4.5 ± 0.1 a
3+	16	5.3 ± 0.1 b	5.9 ± 0.2 b	17.1 ± 0.2 c	0.92 ± 0.01 a	4.5 ± 0.1 a
BT:		†	†	†	†	NS
Single	35	5.3 ± 0.1 b	5.7 ± 0.1 b	16.9 ± 0.1 b	0.92 ± 0.01 b	4.5 ± 0.1 a
Twin	10	5.0 ± 0.1 a	5.2 ± 0.2 a	16.1 ± 0.2 a	0.89 ± 0.01 a	4.5 ± 0.1 a
LS:		NS	NS	NS	NS	†
Ram lambs	18	5.2 ± 0.1 a	5.7 ± 0.1 a	16.8 ± 0.1 a	0.92 ± 0.01 a	4.4 ± 0.1 a
Ewe lambs	17	5.2 ± 0.1 a	5.7 ± 0.1 a	17.0 ± 0.1 a	0.91 ± 0.01 a	4.6 ± 0.1 b
WD:		†	†	†	NS	NS
6 weeks	21	5.1 ± 0.1 a	5.9 ± 0.1 b	16.9 ± 0.1 b	0.91 ± 0.01 a	4.5 ± 0.1 a
8 weeks	24	5.3 ± 0.1 b	5.3 ± 0.1 a	16.5 ± 0.1 a	0.91 ± 0.01 a	4.5 ± 0.1 a

†: $p \leq 0.01$.

‡: $p \leq 0.05$.

NS: non-significant. a,b,c: means with different letters in a row are statistically different ($p \leq 0.05$) ♦ no-significativo. a, b, c: medias en una hilera con letras diferentes son estadísticamente distintas ($p \leq 0.05$).

Bencini and Pulina (1997) indicated that the concentrations of protein and fat in European milk breeds increase with the lambing number, but the opposite happens with lactose. Some reports show that both protein and fat increase as a function of lambing number (Gonzalo *et al.*, 1994; Sevi *et al.*, 2000), but others show the opposite pattern (Bourfia and Hassan, 1989; Boujenane and Lairini, 1992). So, there are factors, possibly of different origin, that should be investigated in order to explain those differences.

Birth type significantly ($p \leq 0.01$) affected milk protein, fat, total solids and ash; ewes rearing single lambs produced milk with higher averages of these components than ewes rearing twins. This can be attributed to the fact that ewes rearing twins produce more milk than those rearing single lambs, since ewes that are gestating more than one lamb develop a bigger mammary gland than those gestating a single lamb. Besides, there is a negative relationship between milk production and the concentration of its components. Such result is in controversy with some reports from the literature for non-dairy ewes (Snowder and Glimp, 1991; Peeters *et al.*, 1992), where birth type did not have any influence on milk protein and fat; however, it is in agreement with Gabiña *et al.* (1993) and Serra *et al.*, 1993), who found that milk protein and fat were higher for dairy ewes rearing single lambs than for those rearing twin lambs. Thus, Rambouillet ewes would behave more similar to dairy ewes for milk protein and fat than to non-dairy ewes, as mentioned by Ochoa-Cordero *et al.* (2002).

Lamb sex significantly ($p \leq 0.05$) affected milk lactose; ewes rearing ewe lambs produced a higher lactose content than ewes rearing ram lambs. Wohlt *et al.* (1981) indicate that lamb sex did not have a significant effect on Dorset ewe milk composition. Total milk production tended ($p = 0.07$) to be higher in ewes raising ewe lambs than in ewes raising ram lambs (71.6 vs 67.3 kg) in the present study. Then, the higher lactose content may be due to a higher milk production of ewes raising ewe lambs, since milk yield and the percentage of lactose are positively correlated (Ploumi *et al.*, 1998; Ochoa-Cordero *et al.*, 2002), in addition to the lactose highest solubility and osmotic activity, as compared to the other milk components (Jarrige and Journet, 1959; cited by Alais, 1996).

Weaning date had a significant ($p \leq 0.01$) effect on milk protein, fat and total solids. Except for protein (that increased from week 6 to week 8), weaning lambs at 6 weeks produced higher averages of fat and total solids, when compared with weaning lambs at 8 weeks, a non expected and difficult to explain result, since milk production decreases as lactation progresses; as a consequence, the milk component values increase. The

de la leche y; a medida que el número de lactaciones aumenta, hay un desarrollo más grande del tejido glandular de la ubre. Sin embargo, la distribución de los nutrientes para apoyar la lactación es también importante (Barman y Currie, 1980; Hart, 1983). Casoli *et al.* (1989) encontraron promedios más bajos de grasa, sólidos totales, lactosa, y sólidos no grasos durante la primera lactación de ovejas Massese; sus valores de proteína (5.8 a 6.2%) y grasa (6.8 a 7.4%) mostraron un incremento lineal de la primera a la sexta lactancia. Bencina y Pulina (1997) indicaron que las concentraciones de proteína y grasa en las razas lecheras europeas aumentaron con el número de parto, pero sucede lo contrario con la lactosa. Algunos reportes muestran que la proteína y grasa aumentan en función del número de parto (Gonzalo *et al.*, 1994; Sevi *et al.*, 2000), pero otros muestran un patrón opuesto (Bourfia y Hassan, 1989; Boujenane y Lairini, 1992). Así que hay factores, posiblemente de origen diferente, que deberían investigarse para explicar esas diferencias.

El tipo de parto ($p \leq 0.01$) afectó significativamente la proteína, la grasa, los sólidos totales y la ceniza de la leche; las ovejas que amamantaron corderos de parto sencillo produjeron leche con mayores promedios de estos componentes que las ovejas que amamantaron gemelos. Esto puede atribuirse al hecho de que las ovejas que crían gemelos producen más leche que las que crían sólo uno, ya que las ovejas que están gestando más de una cría desarrollan glándulas mamarias más grandes que las que están gestando una sola cría. Además, hay una correlación negativa entre la producción de leche y la concentración de sus componentes. Tal resultado se opone a algunos reportes de la literatura de ovejas no lecheras (Snowder y Glimp, 1991; Peeters *et al.*, 1992), donde el tipo de parto no tuvo ninguna influencia en la proteína y la grasa de la leche; sin embargo, concuerda con Gabiña *et al.* (1993) y Serra *et al.*, 1993), quienes encontraron que la proteína y grasa de leche se encontraban en mayor cantidad en ovejas lecheras criando corderos de partos sencillos que en aquéllas que estaban criando corderos gemelos. Así, las ovejas Rambouillet se comportarían en forma más similar a las ovejas lecheras en cuanto a la proteína y grasa de leche que las ovejas no lecheras, como lo mencionan Ochoa-Cordero *et al.* (2002).

El sexo del cordero afectó significativamente ($p \leq 0.05$) la lactosa de la leche; las ovejas que criaban hembras produjeron un contenido de lactosa mayor que las ovejas que criaban machos. Wohlt *et al.* (1981) indicaron que el sexo del cordero no tuvo un efecto significativo en la composición de la leche de ovejas Dorset. La producción total de leche tendió ($p = 0.07$) a ser mayor en ovejas que criaban hembras que en ovejas que criaban machos (71.6 vs 67.3 kg) en el

result for protein agrees with that obtained by Borges and Peréira (1986) in Merino ewes, who found a significant ($p \leq 0.05$) increase of 5.8, 7.5 and 8.9% in protein, when lambs were weaned at 152 and 132 d of age. In Manchega ewes, however, Bernabéu (1992)³ did not find a significant effect of age at weaning on milk protein, where values were 6.4, 6.5 and 6.6%, when lambs were weaned at 30, 45 and 60 d of age. A study with North Country Cheviot sheep showed that the weaning lambs at 25, 33 and 41 d of age did not have an effect on protein, fat, total solids, ash and lactose (Robinson *et al.*, 1974). According to these results, in order to detect significant changes in the milk components it would be necessary longer intervals between weaning dates.

There were significant ($p \leq 0.01$) LN $\times$ WD and BT $\times$ WD interactions for both milk fat and total solids. The interaction LN $\times$ WD for fat in the 6-week weaning period showed not very high values: 6.3, 5.7 and 5.8% ($p \leq 0.05$) for lambing number 1, 2 and 3+; but in the 8-week weaning period these differences increased: 5.1, 4.7 and 6.0% for lambing number 1, 2 and 3+ (Figure 1), where the value for lambing number 3+ was different ($p \leq 0.01$) from the others. This interaction showed that the weaning lambs at 8 weeks reduced ($p \leq 0.01$) the fat content in the milk only for ewes with lambing numbers 1 and 2. An increase in fat content from week 6 to week 8 was expected in the milk produced by these three groups. Since this effect was not shown, a next step was to see if the milk produced by these ewes was inversely proportional to their lambing number, a question further supported by the

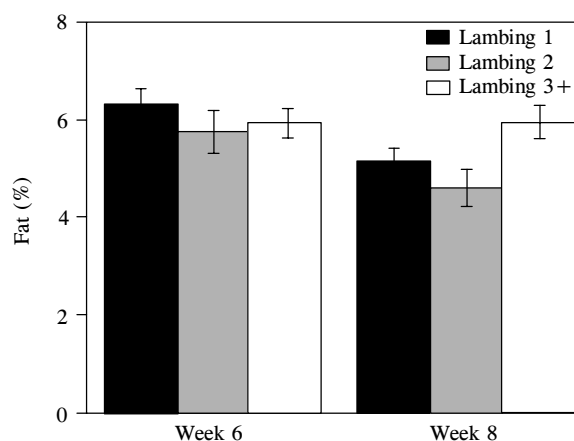


Figure 1. Effect of the interaction number of lambing $\times$ weaning date on percentage of milk fat.

Figura 1. Efecto de la interacción número de parto $\times$ fecha de destete en los porcentajes de grasa de la leche.

presente estudio. Entonces, el mayor contenido de lactosa puede deberse a una mayor producción de leche de ovejas que crían ovejas hembras, ya que la producción de leche y el porcentaje de lactosa se correlacionan positivamente (Ploumi *et al.*, 1998; Ochoa-Cordero *et al.*, 2002), además de la altísima solubilidad de la lactosa y la actividad osmótica, al compararse con los otros componentes de la leche (Jarrige y Journet, 1959; citado por Alais, 1996).

La fecha del destete tuvo un efecto significativo ($p \leq 0.01$) en la proteína, grasa y sólidos totales de la leche. Excepto para la proteína (la cual aumentó desde la semana seis hasta la ocho), las ovejas que destetaron a las seis semanas produjeron promedios mayores de grasa y sólidos totales, cuando se compararon con ovejas que se destetaron a las ocho semanas; un resultado inesperado y difícil de explicar, ya que la producción lechera disminuye a medida que la lactación avanza; como consecuencia, los valores de los componentes de la leche aumentan. El resultado para la proteína concuerda con el obtenido por Borges y Pereira (1986) en ovejas Merino, quienes encontraron un aumento significativo ($p \leq 0.05$) de 5.8, 7.5 y 8.9% en proteína, cuando las ovejas fueron destetadas a 152 y 132 días de edad. Sin embargo, en ovejas Manchega, Bernabéu (1992) no encontró un efecto significativo de la edad del destete en la proteína de leche, donde los valores fueron 6.4, 6.5 y 6.6% cuando se destetó a las ovejas a los 30, 45 y 60 días de edad. Un estudio con ovejas North Country Cheviot mostró que las ovejas de destete a los 25, 33 y 41 días de edad no tuvieron un efecto en la proteína, grasa, sólidos totales, cenizas y lactosa (Robinson *et al.*, 1974). De acuerdo con estos resultados, para detectar cambios significativos en los componentes de la leche serían necesarios intervalos más largos entre fechas de destete.

Hubo interacciones significativas ($p \leq 0.01$) de NP $\times$ FD y TP $\times$ FD tanto para grasa como para sólidos totales de la leche. La interacción NP $\times$ FD para la grasa en el periodo de destete de 6 semanas mostró valores no muy altos: 6.3, 5.7 y 5.8% ($p \leq 0.05$) para el número de parto 1, 2 y 3+; pero en el periodo de destete de 8 semanas estas diferencias aumentaron: 5.1, 4.7 y 6.0% para los números de parto 1, 2 y 3+ (Figura 1), donde el valor para el número de parto 3+ fue diferente de los otros ($p \leq 0.01$). Esta interacción mostró que los corderos de destete de 8 semanas redujeron ($p \leq 0.01$) el contenido de grasa en la leche para las ovejas con números de parto 1 y 2. Se esperaba un aumento en el contenido de grasa a partir de la semana 6 hasta la semana 8 en la leche producida por estos tres

³ Bernabéu, R. 1992. Efecto de diferentes tipos de destete en la producción láctea en ovejas de la raza Manchega. Trabajo Fin de Carrera. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real, España, 108 p.

fact that protein, fat and total solids in this study increased as a function of lambing number. Milk yield among ewes with lambing numbers 1, 2, and 3+ showed no differences ($p > 0.05$) in Ochoa-Cordero, 2001); therefore, the possible cause of those differences remains unknown.

Increasing weaning time of lambs from six to eight weeks reduced ($p \leq 0.01$) the milk fat content only for ewes raising one lamb (Figure 2). No convincing biological explanation could be found for this result, since according to Gosling *et al.* (1997) and Pavic *et al.* (2002), an increase in milk fat content could be expected as a result of an increase in lactation length, irrespective of birth type.

The interaction LN $\times$ WD for total solids in the 6-week weaning period showed not very high values: 17.3, 16.7 and 16.8% ($p \geq 0.05$) for lambing number 1, 2 and 3+, but in the 8-week weaning period these differences increased: 16.2, 15.8 and 17.3% for lambing number 1, 2 and 3+ (Figure 3), where the value for lambing number 3+ was different ($p \leq 0.01$) from the others. This interaction showed that weaning lambs at 8 weeks reduced the total solids content in the milk only for ewes with lambing numbers 1 and 2 but no change was observed in the total solids content of the milk produced by the ewes with lambing number 3+ showed no differences ($p > 0.05$).

Increasing weaning time of lambs from six to eight weeks reduced ($p \leq 0.05$) milk total solids of ewes rearing single lambs but increased ($p \leq 0.05$) those of ewes rearing twins (Figure 4). Therefore, milk total solids of ewes rearing single lambs were higher than those of ewes rearing twins when rearing at six weeks, without differences when rearing at eight weeks. The possible cause of this result remains unknown, since

grupos. Puesto que no se produjo este efecto, el siguiente paso fue ver si la leche producida por estas ovejas era inversamente proporcional a su número de parto, aspecto soportado principalmente por el hecho de que la proteína, grasa y sólidos totales en este estudio se incrementaron en función del número de parto. El rendimiento de leche entre ovejas con números de parto 1, 2 y 3+ no mostró diferencias ($p > 0.05$) en Ochoa-Cordero, 2001, por tanto se desconoce la causa posible de esas diferencias.

Aumentando el tiempo de destete de corderos de seis a ocho semanas redujo ($p \leq 0.01$) el contenido de grasa de la leche solamente en ovejas que amamantaban un solo cordero (Figura 2). No se pudo encontrar una explicación biológica convincente para este resultado, ya que de acuerdo con Gosling *et al.* (1997) y Pavic *et al.* (2002), un aumento en el contenido de grasa de la leche podría explicarse como el resultado de un aumento en la duración de la lactancia independientemente del tipo de nacimiento.

La interacción NP $\times$ FD para sólidos totales en el periodo de destete de 6 semanas mostró valores no muy altos: 17.3, 16.7 y 16.8% ($p \geq 0.05$) para los números de parto 1, 2 y 3+, pero en el periodo de destete de 8 semanas estas diferencias aumentaron: 16.2, 15.8 y 17.3% para los números de parto 1, 2, 3+ (Figura 3), donde el valor para el número de parto 3+ fue diferente ($p \leq 0.01$) de los otros. Esta interacción mostró que los corderos destetados a las 8 semanas redujeron el contenido de sólidos totales en la leche sólo para ovejas con números de parto 1 y 2, pero no se observó ningún cambio en el contenido de sólidos totales de la leche producida por ovejas con número de parto 3+.

Incrementar el tiempo de destete de corderos de seis a ocho semanas redujo ($p \leq 0.05$) los sólidos

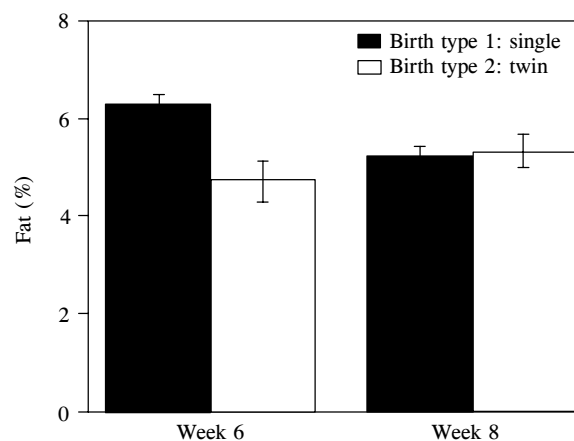


Figure 2. Effect of the interaction type of birth $\times$ weaning date on percentage of milk fat.

Figura 2. Efecto de la interacción tipo de nacimiento $\times$ fecha de destete en los porcentajes de grasa de la leche.

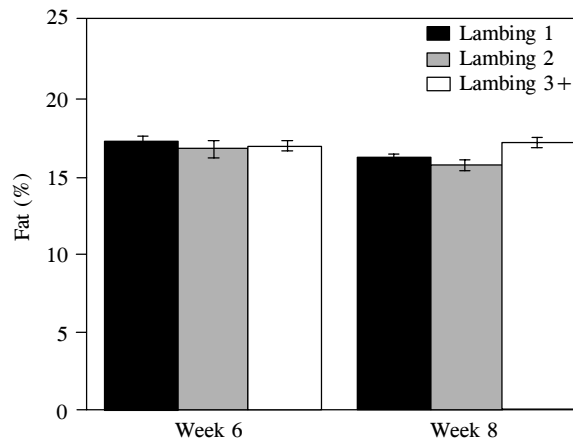


Figure 3. Effect of the interaction number of lambing $\times$ weaning date on percentage of total solids.

Figura 3. Efecto de la interacción número de parto $\times$ fecha de destete en los porcentajes de sólidos totales.

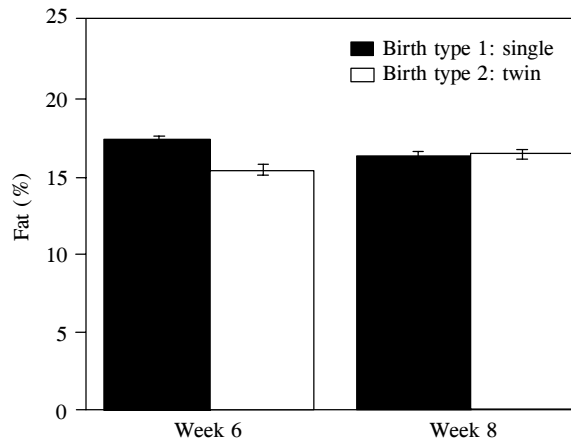


Figure 4. Effect of the interaction type of birth×weaning date on percentage of total solids.

Figura 4. Efecto de la interacción tipo de nacimiento×fecha de destete en los porcentajes de sólidos totales.

according to Fuertes *et al.* (1998) and Pavic *et al.* (2002), an increase in milk total solids could be expected as a consequence of increasing the lactation length, irrespective of birth type.

CONCLUSIONS

Increasing weaning time from six to eight weeks caused a higher milk protein content in ewes rearing single lambs and a lower content in ewes at first lambing. Ash content was higher in ewes rearing single lambs, while lactose content was higher in ewes rearing ewe lambs. Milk total solids and fat contents were affected by the interactions between birth type and weaning date and between lambing number and weaning date; the results of total solids were the consequence of the effects on fat content. Increasing weaning time of lambs from six to eight weeks reduced the milk fat content of ewes raising one lamb. Milk fat content was lowest in ewes in their second lambing and in ewes in their first lambing was higher when weaning was at six weeks, whereas in ewes that had lambed three or more times was higher when weaning was at eight weeks. Even though the nature of these interactions remains unclear, it appears that in terms of protein and fat content the response of Rambouillet ewes resembles more that of dairy ewes than that of non-dairy ewes.

LITERATURE CITED

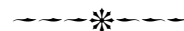
- Alais, C. 1996. Ciencia de la Leche: Principios de Técnica Lechera. Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V. México, D. F. pp: 31-177.
- Bauman, D. E., and W. B. Currie. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63: 1514-1529.

totales de la leche de ovejas que criaban corderos de nacimiento simple pero aumentaron ($p \leq 0.05$) aquéllos de ovejas que criaban gemelos (Figura 4). Por tanto, los sólidos totales de la leche de ovejas criando corderos de nacimiento sencillo fueron más altos que aquéllos de ovejas criando gemelos cuando amamantaban a las seis semanas, pero sin diferencias cuando destetaban a las 8 semanas. Se ignora la causa de este resultado, ya que, según Fuertes *et al.* (1998) y Pavic *et al.* 2002, podría esperarse un aumento en los sólidos totales de la leche como consecuencia de la duración de la lactancia, independientemente del tipo de nacimiento.

CONCLUSIONES

Aumentando la fecha de destete de seis a ocho semanas produjo un contenido más alto de proteína de la leche, la que fue mayor en ovejas criando un solo cordero que en las que criaban gemelos, y a su vez menor en ovejas de primer parto que en ovejas de segundo y de tercero o más partos. El contenido de cenizas fue más alto en ovejas criando un solo cordero que en ovejas criando gemelos, mientras que el contenido de lactosa fue mayor en ovejas criando hembras que en ovejas criando machos. Las interacciones entre tipo de nacimiento y fecha de destete y entre número de parto y fecha de destete afectaron los contenidos de grasa y sólidos y, en ambos casos, los resultados de los sólidos totales fueron la consecuencia de los efectos en el contenido de grasa. Aumentando el tiempo de destete de corderos de seis a ocho semanas redujo el contenido de grasa de la leche de ovejas que criaban una sola cría, pero no tuvo efecto en las que criaban gemelos. El contenido de grasa de la leche fue más bajo en ovejas de segundo parto, en ovejas de primer parto fue más alto cuando el destete se efectuó a 6 semanas, mientras que en ovejas de 3 o más partos fue mayor cuando el destete tuvo lugar a 8 semanas. Aunque la naturaleza de estas interacciones sigue sin aclararse, parece que en términos del contenido de proteína y grasa la respuesta de las ovejas Rambouillet se asemeja más a la de las ovejas lecheras que a las no lecheras.

—Fin de la versión en Español—



- Bencini, R., and G. Pulina. 1997. The quality of sheep milk: a review. *Aust. J. Exp. Agric.* 37: 485-504.
- Borges, A. J., y C. A. Pereira. 1986. Milk production of Merino sheep in Portugal. II World Merino Conference. Madrid, Spain. pp: 17-21.
- Boujenane, I., and K. Lairini. 1992. Genetic and environmental factors on milk production and fat percentage in D'Man and Sardi ewes and their crosses. *Small Rumin. Res.* 8: 207-215.

- Bourfia, M., and I. A. V. Hassan. 1989. Yield and composition of milk of D'Man ewes mated to three Moroccan breeds of ram. *In: North American Dairy Sheep Symposium*. Boylan W. J. (ed). University of Minnesota, St. Paul, Minnesota, USA. pp: 182-186.
- Casoli, C., E. Duranti, L. Morbidini, F. Panella, and V. Vizioli. 1989. Quantitative and compositional variations of Massese sheep milk by parity and stage of lactation. *Small Rumin. Res.* 2: 47-62.
- Fuertes, J. A., C. Gonzalo, J. A. Carriedo, and F. San Primitivo. 1998. Parameters of test day milk yield and milk components for dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 81: 1300-1307.
- Gabiña, D., F. Arrese, J. Arranz, and I. B. de Heredia. 1993. Average milk yield and environmental effects on Latxa sheep. *J. Dairy Sci.* 76: 1191-1198.
- García, E., 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Segunda edición, UNAM, México D.F. 246 p.
- Gonzalo, C., J. A. Carriedo, J. A. Baro, J. A., and F. San Primitivo. 1994. Factors influencing variation of test day milk yield, somatic cell count, fat and protein in dairy sheep. *J. Dairy Sci.* 77: 1537-1542.
- Gosling, L. S., T. W. Knight, and S. A. N. Newman. 1997. Effects of season of lambing, stage of lactation and ewe age on milk volume and composition of machine-milked Dorset ewes. *Proc. New Zealand Society Anim. Prod.* 57: 212-215.
- Hart, I.C. 1983. Endocrine control of nutrient partition in lactating ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 42: 181-194.
- Ihaka, R., and R. Gentleman. 1996. R: a language for data analysis and graphics. *J. Comp. Graph. Stat.* 5: 209-314.
- McKusick, B. C., D. L. Thomas, and Y. M. Berger. 2001. Effect of weaning system on commercial milk production and lamb growth of East Friesian dairy sheep. *J. Dairy Sci.* 84: 1660-1668.
- McKusick, B. C., D. L. Thomas, J. E. Romero, and P. G. Marnet. 2002. Effect of weaning system on milk composition and distribution of milk fat within the udder of East Friesian dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 85: 2521-2528.
- Ochoa-Cordero, M.A. 2001. Producción y composición de la leche de ovejas Rambouillet en México. Tesis de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P. 122 p.
- Ochoa-Cordero, M. A., G. Torres-Hernández, A. E. Ochoa-Alfaro, L. Vega-Roque, and P. B. Mandeville. 2002. Milk yield and composition of Rambouillet ewes under intensive management. *Small Rumin. Res.* 43: 269-274.
- Othmane, M. H., J. A. Carriedo, F. San Primitivo, and L. F. De La Fuente. 2002a. Genetic parameters for lactation traits of milking ewes: protein content and composition, fat, somatic cells and individual laboratory cheese yield. *Genet. Sel. Evol.* 34: 581-596.
- Othmane, M. H., J. A. Carriedo, L. F. De La Fuente, and F. San Primitivo. 2002b. Factors affecting test-day milk composition in dairy ewes, and relationships amongst various milk components. *J. Dairy Res.* 69: 53-62.
- Papadomichelakis, G., K. Koutsotolis, G. Zabeli, and G. Zervas. 2002. The effect of lactating dairy ewes's diet supplementation with ALIMET (liquid methionine) on milk yield and milk composition. *Ital. J. Anim. Sci.* 1: 301-305.
- Pavic, V., N. Antunac, B. Mioc, A. Ivankovic, and J. L. Havranek. 2002. Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech J. Anim. Sci.* 47: 80-84.
- Peeters, R., N. Buys, L. Robijns, D. Vanmontfort, and J. Van Isterdael. 1992. Milk yield and milk composition of Flemish Milkshew, Suffolk and Texel ewes and their crossbreds. *Small Rumin. Res.* 7: 279-288.
- Ploumi, K., S. Belibasaki, and G. Triantaphyllidis. 1998. Some factors affecting daily milk yield and composition in a flock of Chios ewes. *Small Rumin. Res.* 28: 89-92.
- Pulina, G., N. Macciota, and A. Nudda. 2004. Milk composition and feeding in the Italian dairy sheep. *Ital. J. Anim. Sci.* 4: 5-14.
- Robinson, J. J., C. Fraser, J. C. Gill, and I. McHattie. 1974. The effect of dietary crude protein concentration and time of weaning on milk production and body-weight change in the ewe. *Anim. Prod.* 19: 331-339.
- Serra, A., N. P. P. Nuda, and G. Pulina. 1993. L'influenza della tecnica di alimentazione per gruppi sulla qualità del latte negli ovine. *Proc. of the Italian Soc. Vet. Sci.* 47: 2007-2010.
- Sevi, A., L. Taibi, M. Albenzio, A. Muscio, and G. Annicchiarico. 2000. Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting parameters and bacteria counts of Comisana ewes. *Small Rumin. Res.* 37: 99-107.
- Snowder, G. D., and H. A. Glimp. 1991. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. *J. Anim. Sci.* 69: 923-930.
- Thomas, D. L., Y. M. Berger, and B.C. McKusick. 2001. Effects of breed, management system, and nutrition on milk yield and milk composition of dairy sheep. *J. Anim. Sci.* 79 (E. Suppl.): E16-E20.
- Wohlt, J. E., D. H. Kleyn, G. W. Vandernoot, D. J. Selfridge, and C. A. Novotney. 1981. Effect of stage of lactation, age of sheep, sibling status and sex of lamb on gross and minor constituents of Dorset ewe milk. *J. Dairy Sci.* 64: 2175-2184.