

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

DEPARTAMENTO CIENCIA ANIMAL



**APTITUD AL ORDEÑO MECÁNICO EN LA
OVEJA GUIRRA: LECHE CISTERNAL Y
ALVEOLAR**

TESINA MÁSTER PRODUCCIÓN ANIMAL

ALUMNA:

TAMARA ROMERO RUEDA

DIRECTOR ACADÉMICO:

MARTÍN RODRÍGUEZ GARCÍA

DIRECTOR EXPERIMENTAL:

ION PÉREZ BAENA

VALENCIA, DICIEMBRE DE 2009

RESUMEN

Se ha estudiado el patrón de llenado de la ubre a diferentes intervalos de ordeños (2, 4, 8, 12, 16, 24 h) en ovejas sobre la producción de las fracciones de la leche. Se han utilizado 50 ovejas lecheras (Guirras (GR), n = 30 y Manchegas (MN) n= 20). El experimento se realizó en la semana quinta de lactación, cuando las producciones eran elevadas (1925 ml/día en GR y 2215ml/día en MN). La fracción cisternal se obtuvo mediante inyección intravenosa (i.v) de un antagonista de la oxitocina (Atosiban®); la leche alveolar fue obtenida tras la administración i.v de Oxitocina. La acumulación de leche cisternal en la ubre aumentó hasta las 24 horas en ambas razas. La GR presentó un volumen cisternal (1224±41 mL) inferior (P<0,05) que el de las MN (1397±55 mL). El llenado de la zona alveolar es diferente para GR y MN, saturándose a las 12 horas en MN y a las 16 horas en GR. De los resultados obtenidos se puede concluir que la fracción alveolar y cisternal en la oveja GR presenta un comportamiento similar a la oveja MN.

Palabras clave: Alveolar, cisternal, fracción, guirra, intervalo de ordeños, oveja, producción de leche.

ABSTRACT

We studied the pattern of filling of the udder at different milking intervals (2, 4, 8, 12, 16, 24 h) in sheep on the production of milk fractions. Have been used 50 sheep milk (Guirra (GR), n = 30 and Manchegas (MN) n = 20). The experiment was conducted in the week fifth in lactation, when yields were high (1925 ml / day for GR and 2215ml/día for MN). The cisternal fraction was obtained by intravenous injection (iv) of oxytocin antagonist (Atosiban ®); the alveolar milk was obtained after intravenous administration of oxytocin. The accumulation of cisternal milk in the udder increased to 24 hours in both races. The GR presented a cisternal volume (1224 ± 41 mL) less (P <0.05) than for MN (1397 ± 55 mL). The filling of the alveolar area is different for GR and MN, saturating at 12 hours in MN and 16 hours in GR. From the results we can conclude that the alveolar and cisternal fraction in sheep GR presents a behavior similar to the sheep MN.

Keywords: Alveolar, cisternal, fraction, guirra, milking interval, sheep, milk production.

RESUM

S'ha estudiat el patró d'ompliment de la mamella a diferents intervals de munyides (2, 4, 8, 12, 16, 24 h) en ovelles sobre la producció de les fraccions de llet. S'han utilitzat 50 ovelles lleteres (Guirra (GR), n = 30 i Manchega (MN) n = 20). L'experiment es va realitzar a la setmana cinquena de lactació, quan les produccions eren elevades (1925 ml / dia en GR i 2215ml/día a MN). La fracció cisternal es va obtenir mitjançant injecció intravenosa (i.v) d'un antagonista de l'oxitocina (Atosiban ®), la llet alveolar va ser obtinguda després de l'administració i.v d'Oxitocina. L'acumulació de llet cisternal a la ubre augmenta fins a les 24 hores en les dues races. La GR va presentar un volum cisternal (1224 ± 41 mL) inferior ($P < 0,05$) que el de la MN (1397 ± 55 mL). L'ompliment de la zona alveolar és diferent per GR i MN, saturant-se a les 12 hores en MN i a les 16 hores en GR. Dels resultats obtinguts es pot concloure que la fracció alveolar i cisternal a l'ovella GR presenta un comportament semblant a l'ovella MN.

Paraules clau: Alveolar, cisternal, fracció, guirra, interval de munyir, ovella, producció de llet.

1. INTRODUCCIÓN.

La oveja Guirra es la única raza ovina autóctona de la Comunidad Valenciana y se encuentra en peligro de extinción (R.D. 2129/2008, de 26 de diciembre). La valoración de la aptitud al ordeño mecánico de la Guirra es el primer paso necesario para la creación de líneas de trabajo que potencien sus caracteres productivos. Es una raza con tradición lechera, no inscrita en ningún programa de selección genética. Otras razas autóctonas españolas como la raza Manchega, siguen programas de selección desde la década de los 80'.

Para valorar la aptitud al ordeño mecánico hay que tener en cuenta los principales factores que caracterizan a los animales: la morfología (interna y externa) de la ubre, propuesto por Labussière (1983) y el temperamento del animal y su interacción con el ordeñador (Fernández, 1985). Este último factor depende del reflejo de eyección de los animales frente a diferentes estímulos, medibles con un estudio de cinética de emisión de leche durante el ordeño mecánico. En cuanto a la morfología interna, el patrón de llenado de la ubre es una de las metodologías de valoración de la aptitud del ordeño a máquina más fiables (Labussière, 1983).

En la ubre de los rumiantes, la leche se almacena en dos fracciones: la fracción cisternal, transferida desde los alvéolos a la cisterna durante el período entre ordeños y recuperada sin necesidad de reflejo de eyección, y la fracción alveolar, obtenida sólo si se produce el reflejo de eyección de leche durante el ordeño. La distribución de la leche en el compartimento cisternal y alveolar de la ubre varía en función de la especie, raza, estado de lactación, número de partos y el intervalo entre ordeños aplicado. Las razas que muestran mejor aptitud al ordeño mecánico son aquellas que presentan un mayor porcentaje de leche cisternal. (Castillo, *et al.*, 2008)

El reflejo de eyección de leche es debido a la descarga de Oxitocina (OT) endógena que contrae las células mioepiteliales que rodean a los alvéolos. Este mecanismo puede desencadenarse por diferentes estímulos: amamantamiento, (Akers y Lefcourt, 1982; Bar-Peled *et al.*, 1995); ordeño a mano, (Gorewit *et al.*, 1992); ordeño a máquina, (Labussière *et al.*, 1993; Bruckmaier y Blum, 1996); estimulación tracto genital, (Bruckmaier *et al.*, 1992); estímulos ópticos y acústicos, (Caja *et al.*, 2000). La eyección de leche en presencia constante de OT impide que la leche vuelva a subir a los alvéolos, optimizándose la producción (Marnet *et al.*, 1998). La OT tiene importancia tanto en la eyección de leche como en el mantenimiento de la secreción láctea durante la lactación, aunque no se ha encontrado una relación directa entre las concentraciones de OT y la cantidad de leche obtenida en el ordeño (Marnet *et al.*, 1998).

La inhibición del reflejo de eyección se ha utilizado experimentalmente (Salama *et al.*, 2004; Rovai *et al.*, 2002; McKusick *et al.*, 2002; Castillo *et al.*, 2008), para perfeccionar la medida del fraccionamiento de la leche de la ubre, permitiendo recuperar la leche cisternal sin producir

estímulos desencadenantes del reflejo de eyección. Entre los distintos métodos para conseguir de forma precisa esta inhibición, esta la utilización del Atosiban® (bloqueador de los receptores de OT). Permite una inhibición momentánea de la eyección de leche (Melin, 1994) y se caracteriza por su baja afinidad hacia los receptores de OT. Mediante su acción se puede obtener con gran fiabilidad, las fracciones de leche cisternal y alveolar, por lo que se considera un método muy eficaz para aquellos animales que se estimulan con facilidad. La validez de este método ha sido confirmada en ovejas lecheras (Rovai *et al.*, 2002; McKusick *et al.*, 2002; Castillo *et al.*, 2008), y en cabras (Salama *et al.*, 2004).

En ovino, el porcentaje de leche del compartimento cisternal oscila entre el 20 y el 80% según la raza (Caja *et al.*, 2000; Rovai *et al.*, 2000; Marnet y McKusick, 2001; McKusick *et al.*, 2002; Castillo *et al.*, 2008). Así mismo, se ha comprobado que tanto el volumen como el porcentaje de la leche cisternal disminuyen a medida que avanza la lactación (Rovai, 2001). Estos resultados se confirman también en ganado caprino (Salama *et al.*, 2005).

El patrón de llenado de la ubre y la distribución de la leche en su interior puede ser útil para determinar los intervalos de ordeño más apropiados y la optimación de la producción de leche en los rumiantes. El incremento de la frecuencia de vaciado de la ubre aumenta la producción de leche en ovino, caprino y vacuno (Stelwagen, 2001). La frecuencia de vaciado de la ubre y la producción de leche están correlacionadas positivamente entre sí. Estudios realizados en vacuno, ponen de manifiesto que incrementar la frecuencia de ordeño o el amamantamiento de las crías al inicio de la lactación tiene un efecto positivo sobre la producción, el cual puede prolongarse durante toda la lactación (Bar-Peled *et al.*, 1995; Hale *et al.*, 2003, Dahl *et al.*, 2004), dependiendo del estado de la lactación y del intervalo de tiempo en el que se aplica (Van Baale *et al.*, 2005). El aumento de la frecuencia de ordeños afecta también al número de células mamarias secretoras de leche, por lo que previene la pérdida celular y ayuda a mantener su actividad en la glándula mamaria (Wilde *et al.*, 1987; Hillerton *et al.*, 1990; Boutinaud *et al.*, 2003).

En cambio la reducción de la frecuencia de ordeños a uno (1X), produce pérdidas de producción que oscilan entre el 15 y 48% en ovino (Knight *et al.*, 1993; Knight y Gosling, 1995; Negrao *et al.*, 2001; Nudda *et al.*, 2002), y entre el 6 y el 35% en caprino (Mocquot, 1978; Papachristoforou *et al.*, 1982; Wilde y Knight, 1990; Capote *et al.*, 1999; Boutinaud *et al.*, 2003; Salama *et al.*, 2003). La reducción en la producción de leche observada al aplicar 1X parece ser más importante al inicio que a mitad o final de lactación (Morag, 1968; Papachristoforou *et al.*, 1982; Labussière *et al.*, 1974; Knight Gosling., 1995 Negrao *et al.*, 2001). En caprino, los resultados son similares. (Wilde y Knight., 1990; Salama *et al.*, 2003).

La capacidad cisternal de los pequeños rumiantes puede determinar la respuesta (adaptación) a la frecuencia de ordeños establecida, siendo los animales con mayores cisternas los mejor adaptados a la reducción de un ordeño diario (Capote *et al.*, 1999; Salama *et al.*, 2003; Mocquot., 1978). En caprino el número de lactación influye en la respuesta a la adaptación a un ordeño diario, siendo las pérdidas productivas mayores en cabras primíparas que en múltiparas (Salama *et al.*, 2003)

El objetivo del presente trabajo es estudiar los efectos de diferentes intervalos de ordeño (4, 8, 12, 16, 20 y 24 h) sobre el patrón de llenado de la ubre en las fracciones cisternal y alveolar y su repercusión sobre la producción y el fraccionamiento de la leche ordeñada.

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1. Base animal y condiciones de manejo

Este trabajo se realizó en la granja experimental de pequeños rumiantes del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universidad Politécnica de Valencia. Se utilizaron 30 ovejas Guirras (GR) y 20 ovejas Manchegas (MN) durante 19 semanas de lactación. En las ovejas GR 16 eran parto simple (PS) y 14 de parto doble (PD), 11 de primera lactación (1ªL) y 19 con más de una lactación (>2L), en las MN de los 20 animales utilizados 12 fueron PS y 8 PD, 12 de 1ª L y 8 de >2L.

Los animales recibieron una misma ración a base de paja de cebada, alfalfa henificada, harina de soja, cereales (maíz y cebada), pulpa de cítrico y complejo mineral, siguiendo las recomendaciones del INRA (1990) cubriendo las necesidades de ovejas de 70 Kg de peso vivo y 2,5 litros de producción láctea.

Las ovejas se ordeñaron en una sala tipo CASSE 2x12x6 en línea alta, con comedero autoblocante de la firma Alfa-Laval®. La sala de ordeño disponía de medidores volumétricos de 3000 ml de capacidad graduados con divisiones de 50 ml cada uno (Esneder ref.90001), con un nivel de vacío de 38 Kpa a 180 pulsaciones/minuto y una relación de pulsación del 50%.

Durante 6 semanas de lactancia los corderos permanecieron con las madres en sistema de media leche. Desde la semana 7 hasta la semana 16 las ovejas fueron ordeñadas a máquina dos veces al día (8:00 h y 17:00 h), y desde la semana 17 a la semana 19 se realizó un solo ordeño diario, siguiendo la rutina de “apurado y retirada con repaso a mano”. Una vez finalizado el ordeño a máquina se procedía a la desinfección de los pezones mediante inmersión en una solución yodada.

2.2. Procedimiento y metodología experimental.

En el periodo de cría se controló el potencial productivo durante 6 semanas mediante el método de la oxitocina (Doney *et al.*, 1979). Las ovejas eran conducidas a la sala de ordeño a las 8:00 h de la mañana. Se ordeñaban a mano y seguidamente se inyectaba por vía intravenosa (i.v) 4 unidades internacionales (UI) de oxitocina sintética (OT) (Oxiton®, Lab. Ovejero, León), realizando un vaciado manual de la ubre. Pasadas 4 h se volvió a aplicar una segunda inyección de OT idéntica a la anterior, para obtener todo el volumen de leche producido por el animal en ese intervalo de tiempo. La leche era medida mediante una probeta graduada. La capacidad productiva en 24 h se obtuvo multiplicando por 6 el volumen de leche producido en el intervalo de 4 horas.

La determinación de los volúmenes cisternal y alveolar se realizó mediante el método del Atosiban® (Ferring Lab., Madrid, España) para diferentes intervalos de tiempo, aplicados sucesivamente a lo largo de un día natural en la semana 5 de lactación.

Los días de control lechero, después de la separación de los corderos (7:00 h), las ovejas se condujeron a la sala de ordeño donde se les administró 4 UI i.v de OT para extraer la leche residual y asegurar el vaciado completo de la ubre (hora 0). Los animales se ordeñaron en sucesivos intervalos de tiempo: 2, 4, 8, 12, 16 y 24 horas. Previamente a cada uno de los ordeños, en el aprisco, se administró por i.v a cada oveja 0,8 mg de Atosiban® con el objetivo de obtener la fracción cisternal e inhibir cualquier estímulo desencadenante de la eyección de leche. Se calcula que la vida media del Atosiban® es aproximadamente de 18 min (Wellnitz *et al.*, 1999) y que una sola dosis es suficiente para evitar la bajada de leche durante el tiempo en que las ovejas se trasladan a la sala de ordeño (aproximadamente 4 min) y se realiza el ordeño para extraer la leche cisternal (<5min). Aproximadamente 20 minutos después de la inyección de Atosiban® se aplicó una inyección i.v de 4 UI de OT para obtener la fracción alveolar.

Durante el periodo de ordeño se hicieron controles de producción de leche (mañana y tarde; 8:00 y 17:00 h) todos los martes desde la semana 7 hasta la semana 16 (periodo de dos ordeños). A partir de la semana 17 de lactación, se midió igualmente la producción en un único ordeño. La cantidad total de leche obtenida durante el ordeño se registró en tres fracciones diferenciadas:

- Leche a Máquina (LM): Cantidad de leche obtenida tras la colocación de las pezoneras hasta el cese del flujo de leche.

- Leche de apurado a máquina (LAM): A continuación, se realizaba un masaje de la ubre para facilitar la extracción de leche remanente en la ubre.

- Leche de Repaso Manual (LRM): Para obtener la leche que la máquina no ha podido extraer se realizó un ordeño manual de la ubre.

2.3. Análisis estadístico

Los valores de producción de leche en el periodo de cría y la distribución de la leche en las zonas alveolar y cisternal de la ubre fueron analizados utilizando el procedimiento mixto para medidas repetidas del paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., USA).

El modelo estadístico para analizar la producción de leche incluyó los efectos fijos de la raza (Guirra, Manchega), el número de lactación (1^aL, >2L), tipo de parto (simple, doble), semana (1-6), las interacciones raza x semana, número de lactación x semana y tipo de parto x semana. Para analizar la LA y LC el modelo incluyó los efectos fijos de la raza, el número de lactación, el intervalo de tiempo (2, 4, 6, 8, 12, 16 y 24 h) y las interacciones raza x intervalo y número de lactación x intervalo.

La producción de leche ordeñada y el fraccionamiento fueron procesados mediante un análisis de varianza utilizando el procedimiento lineal generalizado del SAS, cuyo modelo estadístico incluyó los efectos fijos de la raza, el número de lactación y la interacción raza x número de lactación.

Las correlaciones de la producción de leche en el periodo de cría, la LA y LC antes del destete con la producción y fraccionamiento de la leche ordeñada se analizaron por el procedimiento CORR de SAS.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Acumulación de leche en las regiones alveolar y cisternal.

La producción de leche y su distribución en las zonas cisternal y alveolar de la ubre dependen del intervalo de tiempo considerado para la acumulación de leche en la glándula, como se representa en las Figuras 1a, 1b y 1c.

Se observa que el volumen de leche cisternal (Figura 1a) no difiere significativamente ($P>0,05$) para intervalos de tiempo de 2 y 4 h, pero a medida que aumentó el intervalo de tiempo a 8, 12, 16 y 24 h se incrementó significativamente ($P<0,001$) la LC en cada intervalo, tanto en ovejas GR como en MN. Estos dos tipos de animales presentaron volúmenes similares de leche cisternal para intervalos de tiempo de 12 h (GR: 655 ± 41 , MN: 683 ± 55 mL) o inferiores, pero para intervalos de 16 y 24 h las ovejas GR acumularon menor cantidad de leche que las MN (1224 ± 41 vs 1397 ± 55 mL, respectivamente en 24 h, $P<0,001$).

La leche alveolar (Figura 1 b), a diferencia de la cisternal, presentó un aumento brusco entre los intervalos de 2 y 4 h en los dos tipos de ovejas, cuyos valores no difieren significativamente (GR 318 ± 27 vs MN: 383 ± 37 mL, $P>0,05$). Sin embargo, para intervalos de tiempo superiores, la LA aumentó de forma distinta en ovejas GR y MN. Mientras en las primeras el aumento fue lento hasta el intervalo de 16 h y tendió a reducirse a las 24 h, en las segundas, el aumento fue más rápido y alcanza su valor máximo a las 12 h, reduciéndose posteriormente a las 16 y 24 h. Esta evolución indica que la zona alveolar se ha saturado de leche antes en las ovejas MN, pero han almacenado un volumen de leche superior a las ovejas GR (569 ± 37 vs 347 ± 27 mL, respectivamente, $P<0,001$).

Se comprueba en ambas razas que el compartimento alveolar se satura de leche antes que el compartimento cisternal, cuyo volumen aumentó durante 24 h. Estos resultados son similares al patrón de acumulación de leche para largos intervalos de tiempo entre ordeños, obtenidos en ovejas lecheras (McKusick *et al.*, 2002; Castillo *et al.*, 2008) y en cabras lecheras (Salama *et al.*, 2004). Dichos autores observaron que la leche alveolar llegó a su saturación después del ordeño a las 20 h en ovejas East Friesian, a las 16-20 h en ovejas MN y Lacaunes, y a las 16 h en cabras Murciano-Granadinas. Sin embargo, la leche cisternal aumentó continuamente hasta 24 horas, tanto en ovejas como en cabras.

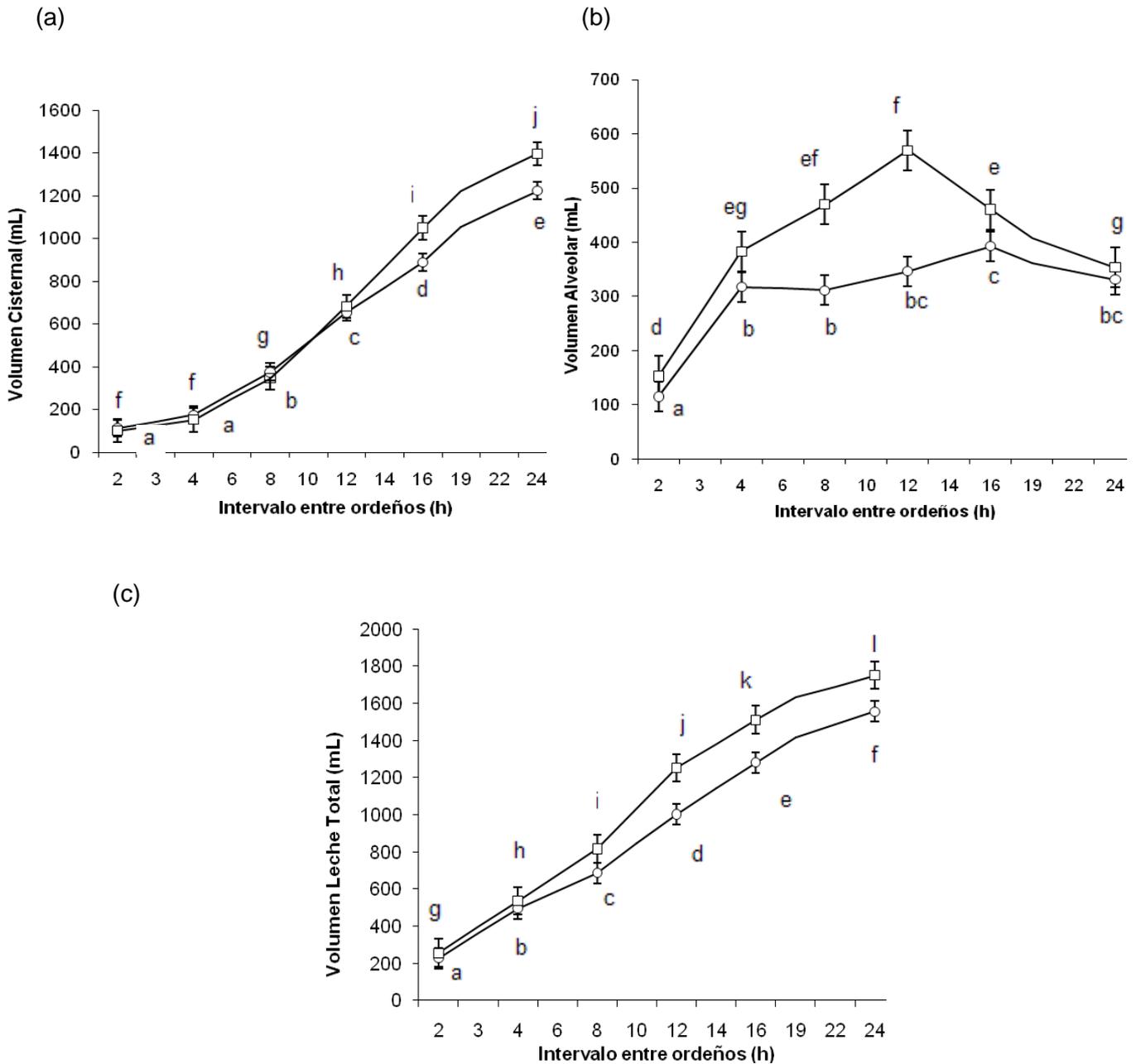


Figura 1. Cambio en los volúmenes de la leche cisternal (a), leche alveolar (b) y leche total (c) en ovejas Guirra (○) y en Manchega (□) en diferentes intervalos de ordeño. Los valores son los mínimos cuadrados medios. Las barras verticales representan SE. ^{a-k} Las medias dentro de la misma raza con diferentes letras difieren en $P < 0,05$.

El volumen de leche total almacenada en la ubre (Figura 1c) aumentó en cada intervalo de tiempo estudiado en las dos razas, pero se observó en las ovejas GR una menor producción de leche que en las MN para el intervalo de 8 h (687 ± 56 vs 817 ± 75 mL, $P < 0,001$) o superiores.

Las proporciones de leche acumuladas en la zona cisternal y alveolar (porcentaje de la producción total) de la ubre dependen del intervalo de tiempo transcurrido entre ordeños (Figura 2). En intervalos cortos, de 2 y 4 h la leche permanece acumulada mayoritariamente en la zona alveolar (60% en ambas razas), pero en intervalos de tiempo superiores se reduce la proporción de LA y aumenta la de LC hasta alcanzar valores del $78,40 \pm 1,98\%$ en GR y $80,27 \pm 2,57\%$ en MN. La raza de las ovejas no afectó significativamente ($P>0,05$) a las proporciones de LC y LA almacenadas en la ubre.

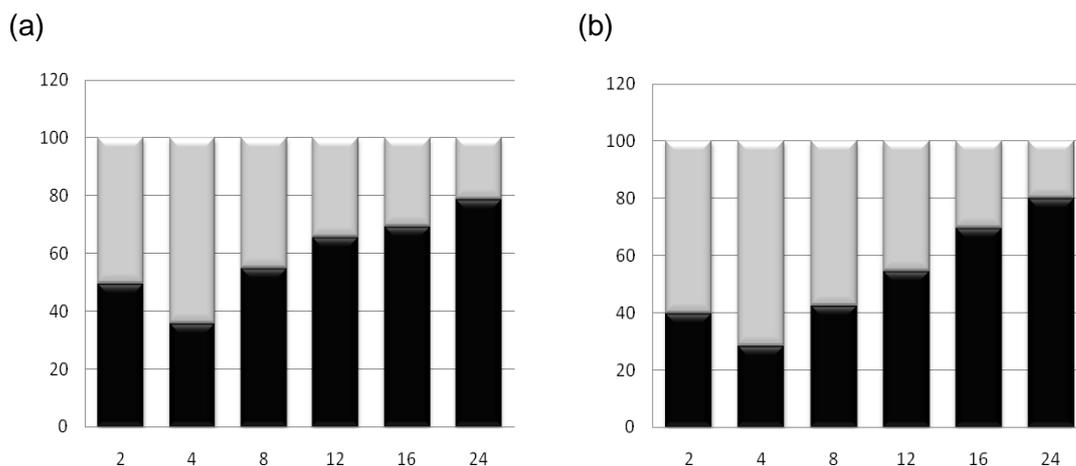


Figura 2. Porcentajes de los volúmenes de le leche cisternal (■) y alveolar (□) respecto del volumen total en ovejas Guirra (a) y Manchega (b) en diferentes intervalos de ordeño.

Los valores de leche cisternal obtenidos en este trabajo son superiores a los encontrados en ovejas MN (33 y 65%) por *Castillo et al.* (2008) y en ovejas East Friesian (32 a 57%) por *McKusick et al.* (2002) para intervalos de 4 y 24 h en la mitad de la lactación. Sin embargo son similares a los de ovejas Lacaune (47 a 77%) también en la mitad de la lactación (*Castillo et al.*, 2008). Estos resultados pueden ser debidos a que la proporción de LC se reduce a medida que avanza la lactación (Rovai, 2001), pero la raza Lacaune, que tiene grandes cisternas, mantiene elevadas proporciones de LC durante toda su lactación.

Nudda et al. 2000, observaron en ovejas Sarda un alto porcentaje de leche cisternal (82%) para un intervalo de 24 h. Los resultados de estos autores se consideran sobrestimados, porque las ovejas se encontraban al final de la lactación y se utilizó adrenalina en lugar de Atosiban® para bloquear el reflejo de eyección.

En una raza cárnica como la Ripollesa, el porcentaje de LC es bajo (24% a las 4 h, *Caja et al.*, 1999), como también sucede en vacas Holstein (46% a las 24 h; *Davis et al.*, 1998, 38% a

las 24 h, Ayadi *et al.*, 2003) y en búfalas (5% a las 12 h, Thomas *et al.*, 2004). Sin embargo en cabras Murciano-Granadina la LC es elevada (75% a las 24 h Salama *et al.*, 2004).

Las ovejas GR y la MN pueden ser consideradas como animales de tamaño medio de cisterna, según la clasificación de las razas ovinas propuesta por Castillo (2008).

La distribución y almacenamiento de la leche en los compartimientos de la ubre son relevantes para el control local de la secreción láctea. La actuación del FIL (factor inhibitorio de lactación) adquiere más importancia cuando la relación entre la capacidad cisternal y alveolar es baja (Knight *et al.*, 1998). Las cisternas grandes, además de reducir la acción del FIL pueden disminuir la presión alveolar, minimizando posibles daños en el epitelio secretor (Peaker, 1980) y la interrupción de sus uniones estancas en vacas (Stelwagen *et al.*, 1994a), cabras (Stelwagen *et al.*, 1994b) y ovejas (Castillo *et al.*, 2008).

El efecto del número de lactación de las ovejas sobre el llenado de la ubre se expone en la Figura 3. Las ovejas de primera lactación presentan un patrón de llenado de LC y LA similar a las ovejas con más de una lactación, aunque producen menos leche que éstas. Los valores máximos de LC en primera lactación fueron de 1133 ± 48 mL y en animales con más de una lactación 1488 ± 50 mL. Estos concuerdan con los obtenidos en raza Lacaune por Rovai (2001), en ganado caprino por Salama *et al.* (2004) y en ganado vacuno por Pfeilsticker (1996). El volumen cisternal de los animales en primera lactación fue menor que en los de más de una lactación. Sin embargo, el número de lactación de las ovejas no afectó significativamente ($P > 0,05$) a las proporciones de LC y LA almacenadas en la ubre.

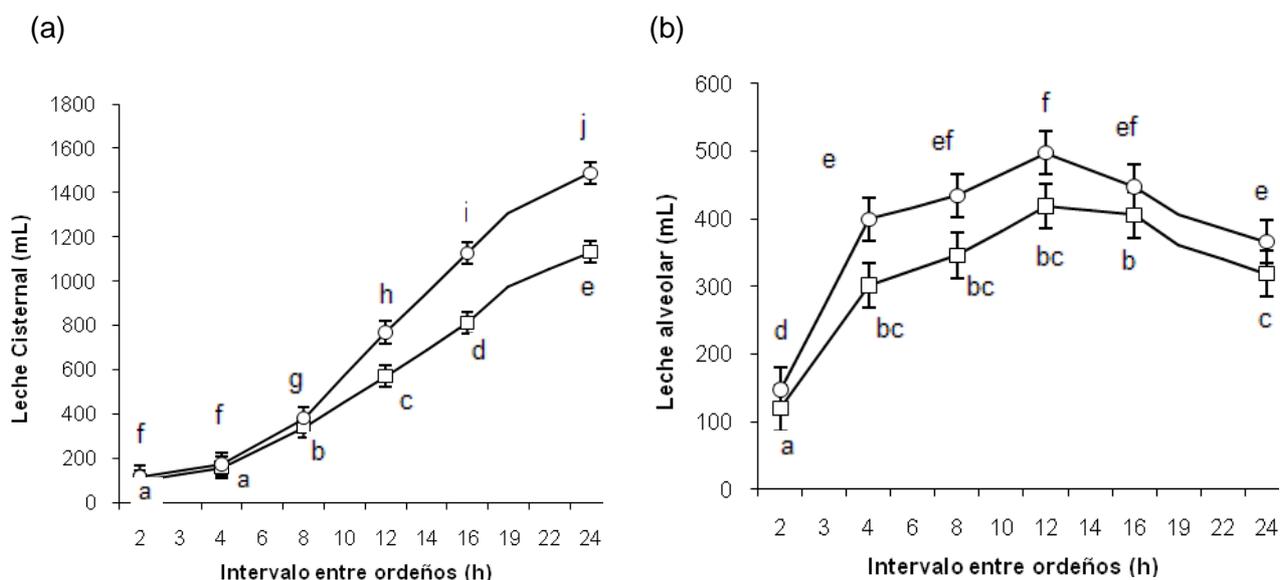


Figura 3. Cambio en los volúmenes de la leche cisternal (a), leche alveolar (b) en ovejas >2L (○) y en ovejas 1ªL (□) en diferentes intervalos de ordeño. Los valores son los mínimos cuadrados medios. Las barras verticales representan SE. ^{a-j} Las medias dentro de la misma raza con diferentes letras difieren en $P < 0,05$.

El ritmo de síntesis de leche evoluciona de forma similar en ovejas GR y MN, alcanza su máximo entre las 2 y 4 h (Figura 4) después del vaciado de la ubre (GR: $2,03 \pm 0,09$ mL/min; MN: $2,23 \pm 0,12$ mL/min). A medida que se prolonga el intervalo entre ordeños el ritmo es menor, pero no varía significativamente entre las 8 y 16 h, llegando a su valor mínimo a las 24 h (GR: $1,09 \pm 0,09$ mL/min; MN: $1,20 \pm 0,12$ mL/min). Esta evolución permite plantear intervalos entre ordeños de 8 a 16 h sin efectos importantes sobre la producción de leche, siempre que el volumen de almacenamiento de la ubre lo permita.

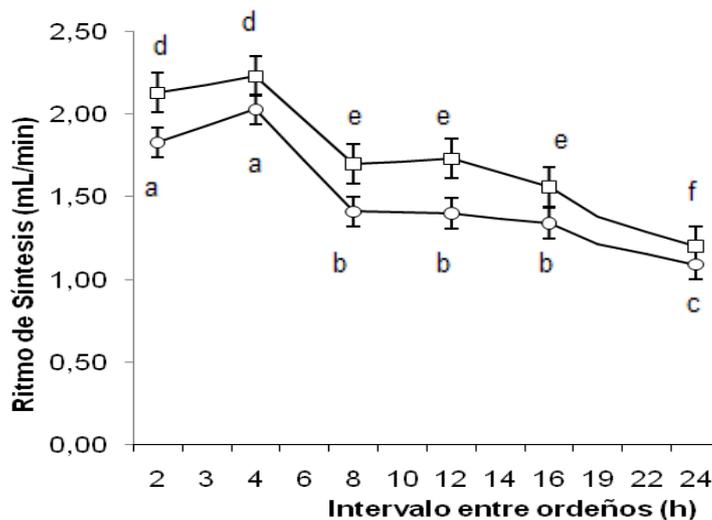


Figura 4. Cambio en el ritmo de síntesis de leche en oveja Guirra (○) y en ovejas Manchega (□) en diferentes intervalos de ordeño. Los valores son los mínimos cuadrados medios. Las barras verticales representan SE. ^{a-f} Las medias dentro de la misma raza con diferentes letras difieren en $P < 0,05$.

3.2. Producción de leche y fraccionamiento de la leche ordeñada.

La producción de leche aumentó significativamente ($P < 0,001$) desde la 1ª a la 2ª semana postparto, manteniendo el nivel productivo sin diferencias significativas ($P > 0,05$) en ambas razas hasta el destete (Figura 5). Cuando finaliza el periodo de amamantamiento se observa un descenso brusco de la producción iniciándose la etapa de ordeño. En la semana 16 ocurre otro descenso originado por la reducción del número de ordeños diarios (de 2 a 1 ordeño). Las ovejas GR presentaron unas producciones inferiores ($P < 0,01$) a las MN, tanto en la fase de cría (2004 ± 79 vs 2233 ± 74 mL/día, respectivamente) como en la de ordeño (750 ± 6 vs 1000 ± 6 mL, respectivamente).

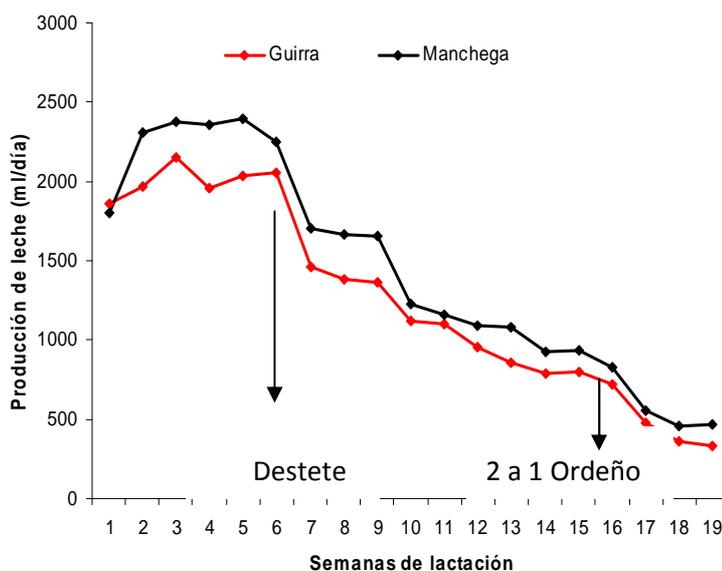


Figura 5. Curvas de lactación de las ovejas Guirras y Manchegas.

El número de corderos amamantados por las ovejas afectó a la producción de leche durante la fase de cría en las dos razas estudiadas, siendo superior ($P < 0,001$) en partos dobles frente a partos simples (2282 ± 81 vs 1955 ± 62 mL/día, respectivamente). Sin embargo, no influyó ($P > 0,05$) en la cantidad de leche ordeñada. Las ovejas adultas tuvieron una mayor producción ($P < 0,001$) de leche que las ovejas primíparas, tanto en el periodo de cría (1900 ± 80 vs 2336 ± 70 mL/día, respectivamente) como en la etapa de ordeño (79 ± 5 vs 100 ± 6 litros), y esta superioridad se observó de forma similar en las dos razas.

El descenso de producción tras el destete fue similar en las ovejas GR y MN ($597,7 \pm 80$ vs $595,2 \pm 92$ mL/día, respectivamente) durante las tres primeras semanas de ordeño. Expresado en porcentaje de la producción inicial (antes del destete) representa el $30,9 \pm 3\%$ para las GR y el $25,9 \pm 4\%$ para las MN.

La reducción del número de ordeños al día (de 2 a 1) provocó un descenso de producción que no difiere ($P > 0,05$) entre razas ($143,3 \pm 3$ mL/día para GR y $173,8 \pm 3$ mL/día para MN).

El fraccionamiento de la leche ordeñada se expone en la Tabla 1. Se observa que las ovejas GR presentaron una menor proporción de la fracción de “leche a máquina” y una mayor fracción de “apurado a máquina” que las MN. Esto indica que las GR utilizadas en este trabajo requerían un ordeño más laborioso, con un mayor apurado (mano de obra) que las MN; por ello tenían peor aptitud al ordeño. Este criterio de evaluación de la aptitud al ordeño (fraccionamiento de la leche ordeñada) recoge la influencia de aquellos factores que puedan actuar sobre la facilidad de extracción de la leche de la ubre, tales como la morfología externa e interna de la ubre y la presencia del reflejo de eyección.

Tabla1. Fraccionamiento de la leche ordeñada en porcentaje.

Variables	Medias \pm SE ¹				Factores ²	
	Raza		Nº Lactación		R	NL
	GR	MN	1ª L	>2L		
<i>Fraccionamiento Ordeño (%)</i>						
n	30	20	22	28		
PLM	62,8 \pm 1,8	74,8 \pm 2,7	64,9 \pm 2,2	72,7 \pm 2,3	*	ns
PLAM	28,7 \pm 1,5	19,7 \pm 2,2	26,2 \pm 1,8	22,1 \pm 1,9	ns	ns
PLR	8,1 \pm 0,7	5,9 \pm 1,0	7,8 \pm 0,8	6,2 \pm 0,8	ns	ns

ns: no significativo (P > 0,05); * (P < 0,05); ** (P < 0,01); *** (P < 0,001)

¹Medias \pm error estándar.

²Efecto Factor; Raza, GR: Guirra; MN: Manchega; Número de lactación, 1ªL: primera lactación; >2L: más de una lactación.

3.3. Correlaciones de la producción de leche y las fracciones alveolar y cisternal en el periodo de cría sobre la producción y el fraccionamiento de la leche ordeñada.

La producción de leche en el periodo de cría en GR y MN presenta correlaciones positivas y significativas con el descenso productivo después del destete (P < 0,001), con la producción de leche ordeñada (P < 0,001) y con las fracciones del ordeño (P < 0,001) de “leche a máquina” y “apurado a máquina” expresadas en valor absoluto (mL/día), pero no está correlacionado con las fracciones del ordeño expresadas en porcentaje (Tabla 2). Esto indica que cuanto más elevada sea la producción en el periodo de cría, mayor será el descenso de producción en el destete, pero la producción inicial y la cantidad total de leche ordeñada tenderá a ser más alta. Sin embargo, una mayor capacidad productiva de la glándula mamaria antes del destete no indica un mejor fraccionamiento de la leche ordeñada y una mejor aptitud al ordeño de los animales.

En las Tablas 3, 4, 5 y 6 se exponen los coeficientes de correlación de las cantidades de LA y LC obtenidas en diferentes intervalos de tiempo con la producción de leche ordeñada y el fraccionamiento. Se observa que las producciones de leche en diferentes momentos de la lactación están más correlacionadas con la LA que con LC en ovejas GR y MN. Estas correlaciones no positivas, son más altas a medida que el intervalo de tiempo es más largo para la acumulación de leche en la ubre.

El descenso de producción en el destete, está más correlacionado positivamente con el volumen de LC que con el de LA, es decir que el descenso tiende a ser mayor con el aumento del volumen de LC. Estos resultados contradicen la idea, apuntada por McKusick *et al.* (2002) y Castillo *et al.* (2008) de que un mayor volumen cisternal está relacionado con mayores producciones de leche. Estos autores también señalan que los animales toleran mejor la

simplificación del ordeño. La razón puede ser que en estos trabajos se ha medido la cantidad de leche acumulada en la cisterna, que depende de la capacidad productiva de la glándula y ésta presenta una correlación positiva con el descenso de producción.

Tabla 2. Correlación de la producción de leche en el periodo de lactancia sobre la producción y fraccionamiento de la leche ordeñada en GR y MN.

Variables ¹	GR ²	MN ³
Lor7	0,85 ***	0,76 ***
Lor9	0,73 ***	0,71 ***
Lor16	0,71 *	0,43 **
L. ordeñada	0,62 ***	0,68 ***
Dor7	0,88 ***	0,51 ***
Dor9	0,54 *	0,2 ns
Dor7P	0,6 ns	0,2 ns
Dor9P	0,60 ***	0,52 ***
D2a1	0,67 ***	0,55 ***
D2a1P	0,26 ns	0,32 *
LM	-0,04 ns	-0,03 ns
LAM	0,11 ns	0,06 ns
LRM	-0,18 ns	0 ns

ns: no significativo (P > 0,05); * (P < 0,05); ** (P < 0,01); *** (P < 0,001)

¹La relación de las variables se encuentra descrita en Tabla 6.

²GR: Guirra.

³MN: Manchega.

Sin embargo, el descenso productivo de 2 ordeños a 1 ordeño no está correlacionado con LA ni con LC, lo que concuerda con los resultados de Davis *et al.* (1998) que no observaron correlación de LA y LC con el descenso provocado por la reducción del número de ordeños.

Las fracciones de leche ordeñada (LM: LAM: LRM, mL/día) están correlacionadas positivamente con la LA en todos los intervalos de tiempo analizados, mientras que con la LC la fracción LRM no está correlacionada y las otras dos fracciones (LM: LAM) tienen correlaciones más bajas que con LA. Esto ocurre en las dos razas de ovejas estudiadas, y puede ser debido a que durante la lactación se reduce el tamaño de la cisterna y la proporción de LC (Salama *et al.*, 2005; Rovai, 2001), por tanto la LA va adquiriendo más importancia cada vez y debe estar correlacionada con la LA del principio de la lactación.

No obstante, las fracciones de leche (LM: LAM: LRM, porcentaje) expresadas como proporciones de la producción diaria no están correlacionadas con LA ni con LC. Es decir, la cantidad de leche en las zonas alveolar o cisternal en los momentos de máxima producción de la lactación, no dice nada sobre las proporciones de leche obtenidas en las fracciones del ordeño y por tanto sobre su aptitud al ordeño.

Las diferencias de fraccionamiento observadas entre ovejas GR y MN no se pueden explicar a través de la distribución de la leche almacenada en la ubre y su influencia sobre el fraccionamiento.

Tabla 3. Correlaciones de la leche cisternal en la raza Guirra.

Variables ²	Intervalo entre ordeños (h) ¹					
	2	4	8	12	16	24
Lor7	0,43 *	0,73 ***	0,56 **	0,53 **	0,55 **	0,48 *
Lor9	0,48 **	0,66 ***	0,34 +	0,47 *	0,30 ns	0,29 ns
Lor16	0,17 ns	0,59 **	0,39 *	0,34 +	0,24 ns	0,31 ns
L. ordeñada	0,39 *	0,64 ***	0,56 **	0,47 *	0,34 +	0,41 *
Dor7	0,29 ns	0,47 *	0,36 *	0,48 **	0,50 **	0,48 **
Dor9	0,23 ns	0,56 **	0,61 ***	0,52 **	0,74 ***	0,72 ***
Dor7P	0,05 ns	0,02 ns	0,01 ns	0,13 ns	0,13 ns	0,13 ns
Dor9P	0,07 ns	0,15 ns	0,36 *	0,20 ns	0,45 *	0,46 *
D2a1	0,18 ns	0,32 ns	0,35 +	0,19 ns	0,47 *	0,35 +
D2a1P	0,10 ns	-0,05 ns	0,05 ns	-0,06 ns	0,27 ns	0,11 ns
LM	0,35 +	0,55 **	0,36 +	0,44 *	0,25 ns	0,36 +
LAM	0,34 +	0,59 **	0,43 *	0,43 *	0,43 *	0,42 *
LRM	0,13 ns	0,13 ns	0,04 ns	0,03 ns	-0,08 ns	0,11 ns

ns: no significativo ($P > 0,05$); ($p < 0,10$) +; * ($P < 0,05$); ** ($P < 0,01$); *** ($P < 0,001$)

¹Intervalo entre ordeños (2, 4, 8, 12, 16, 24 h)

²La relación de las variables se encuentra descrita en Tabla 6.

Tabla 4. Correlaciones de la leche cisternal en la raza Manchega.

Variables ²	Intervalo entre ordeños (h) ¹					
	2	4	8	12	16	24
Lor7	0,21 ns	0,65 **	0,62 *	0,79 ***	0,34 ns	0,22 ns
Lor9	0,22 ns	0,40 ns	0,53 *	0,71 **	0,29 ns	0,13 ns
Lor16	0,17 ns	-0,03 ns	0,38 ns	0,14 ns	-0,04 ns	0,30 ns
L. ordeñada	0,09 ns	0,02 ns	0,45 +	0,36 ns	0,25 ns	0,40 ns
Dor7	0,30 ns	0,47 +	0,33 ns	0,09 ns	0,08 ns	0,29 ns
Dor9	0,21 ns	0,59 *	0,30 ns	0,07 ns	0,09 ns	0,31 ns
Dor7P	-0,24 ns	0,15 ns	0,11 ns	-0,12 ns	0,00 ns	0,20 ns
Dor9P	-0,22 ns	0,32 ns	0,11 ns	-0,14 ns	0,00 ns	0,21 ns
D2a1	-0,20 ns	-0,11 ns	0,09 ns	0,00 ns	-0,05 ns	0,01 ns
D2a1P	-0,22 ns	0,15 ns	-0,10 ns	-0,10 ns	-0,04 ns	-0,02 ns
LM	0,11 ns	0,07 ns	0,16 ns	0,24 ns	0,17 ns	0,28 ns
LAM	0,02 ns	0,34 ns	0,59 *	0,33 ns	0,21 ns	0,35 ns
LRM	0,08 ns	0,14 ns	0,54 *	0,41 ns	0,36 ns	0,24 ns

ns: no significativo ($P > 0,05$); ($p < 0,10$) +; * ($P < 0,05$); ** ($P < 0,01$); *** ($P < 0,001$)

¹Intervalo entre ordeños (2, 4, 8, 12, 16, 24 h)

²La relación de las variables se encuentra descrita en Tabla 6.

Tabla 5. Correlaciones de la leche alveolar en la raza Guirra.

Variables ²	Intervalo entre ordeños (h) ¹					
	2	4	8	12	16	24
Lor7	0,62 ***	0,50 **	0,68 ***	0,75 ***	0,74 ***	0,80 ***
Lor9	0,54 **	0,49 **	0,51 **	0,52 **	0,58 **	0,70 ***
Lor16	0,32 +	0,20 ns	0,47 *	0,61 ***	0,69 ***	0,70 ***
L. ordeñada	0,58 ***	0,41 *	0,64 ***	0,68 ***	0,78 ***	0,78 ***
Dor7	-0,25 ns	0,26 ns	0,36 +	0,27 ns	0,26 ns	0,17 ns
Dor9	-0,01 ns	0,30 **	0,57 **	0,58 **	0,49 **	0,36 *
Dor7P	-0,54 **	0,00 ns	-0,02 ns	-0,17 ns	0,15 ns	-0,22 ns
Dor9P	-0,22 ns	0,10 ns	0,28 ns	0,25 ns	0,18 ns	0,02 ns
D2a1	0,18 ns	-0,11 ns	0,29 ns	0,34 +	0,22 ns	0,14 ns
D2a1P	0,08 ns	-0,11 ns	0,29 ns	0,05 ns	-0,04 ns	0,09 ns
LM	0,49 **	0,23 ns	0,46 *	0,55 **	0,68 ***	0,30 ***
LAM	0,41 *	0,52 **	0,69 ***	0,59 **	0,55 **	0,71 ***
LRM	0,63 ***	0,52 **	0,47 *	0,41 *	0,49 **	0,62 ***

ns: no significativo ($P > 0,05$); ($p < 0,10$) +; * ($P < 0,05$); ** ($P < 0,01$); *** ($P < 0,001$)

¹Intervalo entre ordeños (2, 4, 8, 12, 16, 24 h)

²La relación de las variables se encuentra descrita en Tabla 6.

Tabla 6. Correlaciones de la leche alveolar en la raza Manchega.

Variables ²	Intervalo entre ordeños (h) ¹					
	2	4	8	12	16	24
Lor7	0,55 ***	0,32 *	0,63 ***	0,63 ***	0,73 ***	0,78 ***
Lor9	0,38 *	0,16 ns	0,40 **	0,39 **	0,59 ***	0,67 ***
Lor16	0,32 *	0,04 ns	0,38 *	0,42 **	0,54 ***	0,45 ***
L. ordeñada	0,49 ***	0,20 ns	0,53 ***	0,53 ***	0,69 ***	0,69 ***
Dor7	-0,09 ns	0,33 *	0,24 ns	0,27 +	0,21 ns	0,16 ns
Dor9	0,13 ns	0,44 **	0,46 ***	0,50 ***	0,36 *	0,28 +
Dor7P	-0,35 *	0,13 ns	-0,07 ns	-0,08 ns	-0,14 ns	-0,21 ns
Dor9P	-0,30 ns	0,30 ns	0,23 ns	0,25 ns	0,08 ns	-0,02 ns
D2a1	0,20 ns	0,01 ns	0,20 ns	0,20 ns	0,16 ns	0,11 ns
D2a1P	0,80 ns	0,02 ns	0,06 ns	0,03 ns	-0,05 ns	-0,08 ns
LM	0,33 *	0,12 ns	0,41 **	0,44 **	0,63 ***	0,56 ***
LAM	0,49 ***	0,25 ns	0,50 ***	0,43 **	0,42 **	0,53 ***
LRM	0,40 **	0,23 ns	0,24 ns	0,17 ns	0,27 +	0,39 **

ns: no significativo ($P > 0,05$); ($p < 0,10$) +; * ($P < 0,05$); ** ($P < 0,01$); *** ($P < 0,001$)

¹Intervalo entre ordeños (2, 4, 8, 12, 16, 24 h)

²Relación de las variables:

Lor7: Leche ordeñada en la semana 7

Lor9: Leche ordeñada en la semana 9.

Lor16: Leche ordeñada en la semana 16.

L. ordeñada: Leche total ordeñada.

Dor7: Descenso de producción en la semana 7.

Dor7P: Descenso de producción en % durante la semana 7.

Dor9: Descenso de producción en la semana 9.

Dor9P: Descenso de producción en % durante la semana 9.

D2a1: Descenso por la supresión a 1 ordeño diario.

D2a1P: Descenso por la supresión a 1 ordeño diario en %.

LRM: Leche repaso a mano.

LAM: Leche apurado máquina.

LM: Leche máquina.

4. CONCLUSIONES

1. En intervalos de tiempo cortos, de 2 y 4 h, la leche permanece acumulada mayoritariamente en la zona alveolar (60% en Guirras y Manchegas), pero en intervalos de tiempo superiores se reduce la proporción de LA y aumenta la de LC hasta alcanzar valores próximos al 80% en los dos tipos de animales.
2. La zona alveolar se colapsa de leche a las 12 h en ovejas Manchegas y a las 16 h en ovejas Guirras, pero la leche cisternal aumenta durante 24 h en los dos tipos de ovejas.
3. La producción de leche en el periodo de cría está correlacionada positivamente con la producción de leche ordeñada, pero no lo está con las proporciones de las fracciones de ordeño y, por tanto, con la aptitud al ordeño de las ovejas.
4. La cantidad de leche ordeñada después del destete está más correlacionada (positivamente) con la leche alveolar que con la leche cisternal en el periodo de cría.
5. El volumen de leche almacenado en las zonas alveolar y cisternal de la ubre, en los momentos de máxima producción (periodo de cría), no está correlacionado con las proporciones de las fracciones de ordeño y, por tanto, con la aptitud al ordeño de las ovejas.
6. Las ovejas Guirras producen menos leche que las Manchegas y presentan peor fraccionamiento que ellas, pero no puede explicarse por la distribución de la leche almacenada en las zonas alveolar o cisternal de la ubre en el periodo de cría.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Akers, R. M., and A. M. Lefcourt. 1982.** Milking- and suckling-induced secretion of oxytocin and prolactin in parturient dairy cows. *Horm. Behave.* 16:87-93.
- Ayadi, M., G. Caja, X. Such, and C. H. Knight. 2003.** Use of ultrasonography to estimate cistern size and milk storage at different milking intervals in the udder of dairy cows. *J. Dairy Res.*70:1-7.
- Bar-Peled, U., E. Maltz, I. Bruckental, Y. Folman, Y. Kali, H. Gacitua, A. R. Lehrer, C. H. Knight, B. Robinzon, H. Voet, and H. Tagar. 1995.** Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production on high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:2726-2736.
- Bruckmaier, R. M., D. Schams, and J. W. Blum. 1992.** Aetiology of disturbed milk ejection in parturient primiparous cows. *J. Dairy Res.* 59:479-489.
- Bruckmaier, R. M., and J. W. Blum. 1996.** Simultaneous recording of oxytocin release, milk ejection and milk flow during milking of dairy cows with and without prestimulation. *J Dairy Res.* 63:201-208.
- Boutinaud, M., C. Rousseau, D. H. Keisler, and H. Jammes. 2003.** Growth hormone and milking frequency act differently on goat mammary gland in late lactation. *J. Dairy Sci.* 86:509-520.
- Caja, G., X. Such, J. Ruberte, A. Carretero, and M. Navarro. 1999.** The use of the ultrasonography in the study of the mammary gland cisterns during lactation in sheep Pages 91-96 in *Milking and Milk Production of Dairy Sheep and Goats.* EAAP Publication nº 95. Wageningen Pers., Wageningen, The Netherlands.
- Caja, G., X. Such, and M. Rovai. 2000.** Udder morphology and machine milking ability in dairy sheep. Pages: 17-40 in 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium, Ontario, Canada.
- Capote, J., J. L. López, G. Caja, S. Peris, A. Argüello, and N. Darmanin. 1999.** The effects of milking once or twice daily throughout lactation on milk production of Canarian dairy goats. Pages 267-273 in *Milking and Milk Production of Dairy Sheep and Goats.* F. Barillet and N. P. Zervas., ed. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands.
- Castillo, V., X. Such, G. Caja, R. Casals, E. Albanell, and A. A. K. Salama. 2008.** Effect of milking interval on milk secretion and mammary tight junction permeability in dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 91:2299–2306.
- Castillo, V. 2008.** Tesis doctoral. Evaluación de diferentes estrategias de ordeño en ovejas lecheras de raza Manchega y Lacaune: efectos de la disminución de la frecuencia de ordeño

sobre la secreción y el almacenamiento de la leche en la ubre. Universidad Autónoma de Barcelona.

Dahl, G. E., R. L. Wallace, R. D. Shanks, and D. Lueking. 2004. Hot topic: effects of frequent milking in early lactation on milk yield and udder health. *J. Dairy Sci.* 87:882- 885.

Davis, S. R., V. C. Farr, P. J. A. Copeman, V. R. Carruthers, C. H. Knight, and K. Stelwagen. 1998. Partitioning of milk accumulation between cisternal and alveolar compartments of the bovine udder: relationship to production loss during once daily milking. *J. Dairy Res.* 65:1-8.

Doney, J.M.; Peart, J.N.; Smith, W.F. y Louda, F. 1979. A consideration of the techniques for estimation of milk yield by suckled sheep and a comparison of estimates obtained by two methods in relation to the effects of breed, level of production and stage of lactation. *J. Agric. Sci.* 92, 123-132.

Fernández, N. 1985. Estudio de las características y aptitud al ordeño mecánico de la raza de ovejas "Manchega" (PROYECTO FAO M-4). PhD Thesis. Universidad Politécnica de Valencia, Spain.

Gorewit, R. C., K. Svennersten, W. R. Butler, and K. Uvnäs-Moberg. 1992. Endocrine responses in cows milked by hand and machine. *J. Dairy Sci.* 75:443-448.

Hale, S. A., A. V. Capuco, and R. A. Erdman. 2003. Milk yield and mammary growth effects due to increased milking frequency during early lactation. *J. Dairy Sci.* 86:2061-2071.

Hillerton, J. E., C. H. Knight, A. Turvey, S. D. Wheatley, and C. J. Wilde. 1990. Milk yield and mammary function in dairy cows milked four times daily. *J. Dairy Res.* 57:285-294.

Knight, T. W., D. S. Atkinson, N. A. Haack, C. R. Palmer, and K. H. Rowland. 1993. Effects of suckling regime on lamb growth rates and milk yield of Dorset ewes. *N. Z. J. Agric. Res.* 36:215-222.

Knight, T. W., and L. S. Gosling. 1995. Effects of milking frequency and machine-stripping on the yield and composition of milk from Poll Dorset ewes. *N. Z. J. Agric. Res.* 38:123- 130.

Labussière, J., J. F. Combaud, et P. Petrequin. 1974. Influence de la fréquence des traites et des tétées sur la production laitière des brebis Préalpes du sud. *Ann. Zootech.* 23:445- 457.

Labussière, J. 1983. Project d'étude des caractéristiques de traite des différentes races de brebis latières exploitées dans de bassin méditerranéen. Pages 730-768 in III Symposium International de Ordeño Mecánico de Pequeños Rumiantes. Valladolid, Spain.

Labussière, J., P. G. Marnet, J. F. Combaud, M. Beaufils, and F. a. de la Chevaliere. 1993. Influence of the number of corpora lutea on the release of luteal oxytocin, the transfert of milk from alveolar to cistern lumen and milk production in ewes. *Reprod. Nutr. Dev.* 33:383-393.

- Marnet, P. G., J. A. Negrão, and J. Labussière. 1998.** Oxytocin release and milk ejection parameters during milking of dairy ewes in and out of natural season of lactation. *Small Rum. Res.* 28:183-191.
- Marnet, P. G., and B. C. McKusick. 2001.** Regulation of milk ejection and milkability in small ruminants. *Livest. Prod. Sci.* 70:125-133.
- McKusick, B. C., D. L. Thomas, Y. M. Berger, and P. G. Marnet. 2002.** Effect of milking interval on alveolar versus cisternal milk accumulation and milk production and composition in dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 85:2197-2206.
- Melin, P. 1994.** Development of an oxytocin antagonist-Atosiban. *Res. Clinical Forums*16:155-170 (1995).
- Mocquot, J. C. 1978.** Effets de l'omission régulière et irrégulière d'un traite sur la production laitière de la chèvre. Pages 175-201 in *Proc. 2nd Int. Symp. Milking Small Ruminants*. Alghero, Italy.
- Morag, M. 1968.** The effect of varying the daily milking frequency on the milk yield of the ewe and evidence on the nature of the inhibition of milk ejection by half-udder milking. *Ann. Zootech.*, 17:351-369.
- Negrao, J. A., P. G. Marnet, and J. Labussière. 2001.** Effect of milking frequency on oxytocin release and milk production in dairy ewes. *Small Rum. Res.* 39:181-187.
- Nudda, A., R. Bencini, S. Mijatovic, and G. Pulina. 2002.** The yield and composition of milk in Sarda, Awassi, and Merino sheep milked unilaterally at different frequencies. *J. Dairy Sci.* 85:2879-2884.
- Papachristoforou, C., A. Roushias, and A. P. Mavrogenis. 1982.** The effect of milking frequency on the milk production of Chios ewes and Damascus goats. *Ann. Zootech.* 31:37-46.
- Pfeilsticker, H. U., R. M. Bruckmaier, and J. W. Blum. 1996.** Cisternal milk in dairy cow during lactation and after preceding teat stimulation. *J. Dairy Res.* 63:509-515.
- Real Decreto 2129/2008, de 26 de diciembre. 2008.** Por el que se establece el Programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas.
- Rovai, M., X. Such, G. Caja, and C. Knight. 2000.** Interbreed differences in cisternal and alveolar milk partitioning in the udder according to yield in dairy sheep. *J. Dairy Sci.* 83 (Suppl. 1), 166. (Abstr.).
- Rovai, M. 2001.** Carácteres morfológicos y fisiológicos que afectan la aptitud al ordeño mecánico en ovejas de raza Manchega y Lacaune. PhD Thesis. Autònoma de Barcelona Univ., Bellaterra. http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-0226102-145915

- Rovai, m., X. Such, G. Caja, and J. Piedrafita. 2002.** Change in cisternal and alveolar milk throughout lactation in dairy sheep. *J. Dairy Sci.* 85 (Suppl.1) 4. (Abstr.).
- Salama, A. A. K., X. Such, G. Caja, M. Rovai, R. Casals, E. Albanell, M. P. Marín, and A. Martí. 2003.** Effects of once versus twice daily milking throughout lactation on milk yield and milk composition in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 86:1673–1680.
- Salama, A. A. K., G. Caja, X. Such, S. Peris, A. Sorensen, and C. H. Knight. 2004.** Changes in cisternal udder compartment induced by milking interval in dairy goats milked once or twice daily. *J. Dairy Sci.* 87:1181–1187.
- Salama, A. A. K., X., G. Caja, X. Such, R. Casals, and E. Albanell. 2005.** Effect of pregnancy and extended lactation on milk production in dairy goats milked once daily. *J. Dairy Sci.* 88:3894-3904.
- Stelwagen, K., S. R. Davis, V. C. Farr, and S. J. Eichler. 1994a.** Effect of once daily milking and concurrent somatotropin on mammary tight junction permeability and yield of cows. *J. Dairy Sci.* 77:2994-3001.
- Stelwagen, K., S. R. Davis, V. C. Farr, C. G. Prosser, and R. A. Sherlock. 1994b.** Mammary epithelial cell tight junction integrity and mammary blood flow during an extended milking interval in goats. *J. Dairy Sci.* 77:426-432.
- Stelwagen, K. 2001.** Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve. *J. Dairy Sci.* 84 (E. Suppl.):E204-E211.
- Thomas, C. S., K. Svennersten-Sjaunja, M. R. Bhosrekar, and R. M. Bruckmaier. 2004.** Mammary cisternal size, cisternal milk and milk ejection in Murrah buffaloes. *J. Dairy Res.* 71:162-168.
- Van Baale, M. J., D. R. Ledwith, J. M. Thompson, R. Burgos, R. J. Collier, and L. H. Baumgard. 2005.** Effect of increased milking frequency in early lactation with or without recombinant somatotropin. *J. Dairy Sci.* 88:3905-3912.
- Wilde, C. J., A. J. Henderson, C. H. Knight, D. R. Blatchford, A. Faulkner, and R. G. Vernon. 1987.** Effects of long-term thrice-daily milking on mammary enzyme activity, cell population and milk yield in the goat. *J. Anim. Sci.* 64:533-539.
- Wilde, C. J., and C. H. Knight. 1990.** Milk yield and mammary function in goats during and after once-daily milking. *J. Dairy Res.* 57:441-447.