



BASQUE CENTRE  
FOR CLIMATE CHANGE  
Klima Aldaketa Ikergai

## **Revisión sistemática de los efectos del paso a un ordeño al día en pequeños rumiantes**

Elena Galán del Castillo

November 2019

BC3 WORKING PAPER SERIES

2019-01

The Basque Centre for Climate Change (BC3) is a Research Centre based in the Basque Country, which aims at contributing to long-term research on the causes and consequences of Climate Change in order to foster the creation of knowledge in this multidisciplinary science.

The BC3 promotes a highly-qualified team of researchers with the primary objective of achieving excellence in research, training and dissemination. The Scientific Plan of BC3 is led by the Scientific Director, Dr. María José Sanz Sánchez.

The BC3 Working Paper Series is available on the internet at  
[http://www.bc3research.org/lits\\_publications.html](http://www.bc3research.org/lits_publications.html)

Enquiries (Regarding the BC3 Working Paper Series):

Prof. Sérgio H. Faria

Email: [sh.faria@bc3research.org](mailto:sh.faria@bc3research.org)

[www.bc3research.org](http://www.bc3research.org)

The opinions expressed in this working paper do not necessarily reflect the position of Basque Centre for Climate Change (BC3) as a whole.

Note: If printed, please remember to print on both sides. Also, perhaps try two pages on one side.

# Revisión sistemática de los efectos del paso a un ordeño al día en pequeños rumiantes

Elena Galán del Castillo<sup>a</sup>

*Ordeñar una vez al día en vez de dos se ha estudiado como medida para rebajar la sobrecarga laboral en picos de trabajo estacional o para aumentar la flexibilidad laboral de los trabajadores. En este trabajo hemos hecho una revisión sistemática de la literatura para estudiar los efectos en cuanto a cantidad y calidad de la leche, salud de los animales y otros efectos que pueda tener en el queso. También hemos querido hacer mención al ahorro de costes, sobretudo en cuanto a alimentación. Los estudios acuerdan en que hay un efecto de reducción en la producción de leche cuando se pasa a un ordeño, sin embargo, la magnitud de este efecto depende de la raza y del momento de la lactación en que se aplique, aunque también se indica que hay mucha variación entre individuos. Los efectos en la composición no están tan consensuados en la literatura, aunque parece que a largo plazo el porcentaje de grasa tiende a mantenerse y el de proteína a aumentar. A corto plazo, es decir, cuando se omite uno o dos ordeños a la semana, es la concentración de grasa la que varía más de un día para otro. No se han observado efectos en la salud de las ubres ni en el bienestar de los animales. Mientras que en general estos resultados pueden arrojar luz a escala de animal, el balance entre ingreso y carga de trabajo es una cuenta cuidadosa que ha de hacerse teniendo en cuenta las necesidades de cada granja en particular y la totalidad de su funcionamiento. La implicación de esta medida para el sector latxo es incierta porque no existen estudios experimentales con esta raza.*

*Palabras clave:* once daily milking, ODM, goat, sheep.

*Citar como:* Galán, E. (2019) Revisión sistemática de los efectos del paso a un ordeño al día en pequeños rumiantes. *BC3 Working Paper Series 2019-01*. Basque Centre for Climate Change (BC3). Leioa, Spain.

---

\* Corresponding Author. Email: elena.galan@bc3research.org

<sup>a</sup> Basque Centre for Climate Change (BC3), 48940 Leioa, Spain



## **1. Introducción**

En general, el paso de dos a un ordeño diario en pequeños rumiantes se utiliza para inducir gradualmente el secado, minimizando así las respuestas negativas que se originan cuando el secado se implementa de manera abrupta (Zobel et al., 2015). Sin embargo, la motivación de ordeñar una vez al día en vez de dos puede ser para rebajar la sobrecarga laboral en picos de trabajo estacional o para aumentar la flexibilidad laboral de los trabajadores (Dutot et al., 2011). Esta medida es sobretodo interesante cuando el tamaño de la granja no permite la contratación externa o cuando es necesario aumentar la productividad por trabajador, ya que es poco probable que los robots de ordeño se extiendan en pequeños rumiantes (Pomiès et al., 2008).

### **1.1 Efectos generales en vacas, cabras y ovejas**

En vacas lecheras se pierde un 30 % de la producción lechera, aumentan las células somáticas y se detectan expresiones de molestia en el comportamiento, sobre todo si se aplica al principio de la lactación o en largos periodos (Marnet and Komara, 2008). Además se observa un efecto residual sobre la curva de lactación cuando se vuelve a los dos ordeños (Pomiès et al., 2008).

En contraste, en cabras muy productivas las pérdidas en la producción son inferiores (15 a 18 %) y los impactos en la calidad de la leche y la inflamación mamaria son mucho menores (Marnet and Komara, 2008). No presentan ningún trastorno en el comportamiento, no rebosa leche de las ubres y no se observan mastitis clínicas. Con todo, hablar en términos generales es complicado ya que se observa mucha variabilidad individual, con pérdidas que van de 2 a 30 %, hecho que da margen para seleccionar a aquellos individuos más tolerantes (Pomiès et al., 2008). El rendimiento quesero se mantiene.

Las ovejas lecheras muestran una respuesta intermedia (15–35 %), que varía mucho según la raza (Marnet and Komara, 2008). En cuanto a la bajada de rendimiento al pasar de dos a un ordeño en ovejas laconas, no es uniforme, sino que se observa una bajada acusada al principio, más para primíparas (22 %) que para multíparas (15 %), que se va compensando a lo largo de la lactación hasta que se igualan las diferencias entre los grupos (14 %). Aunque esta recuperación o adaptación podría ser debida a muchos factores, lo importante es que no hay efectos en el desarrollo interno de la morfología de la ubre (Hassoun et al., 2016), y por lo tanto no se acumulan efectos para la siguiente lactación.

En general, en ovejas y cabras, se considera que la aptitud para un único ordeño diario depende de la capacidad cisternal de la ubre y de la intensidad de la reacción que conduce al secado (Hassoun et al., 2016). Así, la menor pérdida de rendimiento en cabras se explica por la mayor proporción de leche cisternal (70 a 90 % del volumen de la ubre), más que vacas u ovejas (Marnet and Komara, 2008). De esta manera, las razas (y dentro de la raza, los individuos) con una capacidad cisternal mayor estarían potencialmente mejor adaptadas a un ordeño al día (Castillo et al., 2008a) y a omisiones semanales (Castillo et al., 2009). Sin embargo, la capacidad cisternal pierde importancia a medida que la lactación se aleja del pico (Castillo et al., 2009), y entran en juego otros mecanismos de regulación de la secreción de leche y que afectan a nivel de individuo (Marnet and Komara, 2008).

### **1.2 Un ordeño diario como práctica generalizada**

#### **1.2.1. Islas Canarias**

En las islas Canarias todas las granjas caprinas realizan un solo ordeño diario, una consecuencia de la costumbre de elaborar el queso (muy importante en el sistema canario) justo después de haber ordeñado. A su vez, esto es una adaptación a las difíciles condiciones para conservar la leche y las grandes distancias recorridas generalmente por los cabreros (Torres, 2013). A pesar de que en la actualidad

existen tecnologías que permiten superar estas dificultades (máquinas de ordeño, tanques de refrigeración y circuitos de recogida de leche), no hay incrementos de producción significativos cuando se pasa de ordeñar de una vez al día a dos con cabras tinerfeñas y majoreras (Capote et al., 2008; Torres et al., 2013a). Sin embargo, en cabras palmeras, sí se ha visto aumento de producción a nivel experimental aunque no acompañado de un aumento al mismo nivel de la concentración de proteínas, por lo que las consecuencias que pueda tener este manejo en el rendimiento quesero son inciertas (Torres et al., 2013a).

### 1.2.2. Nueva Zelanda

Ordeñar vacas lecheras una vez al día es una práctica que se ha extendido a partir de los años 80 en Nueva Zelanda, cuyo contexto es muy particular. Son sistemas extensivos, permanentemente en pasto, con vacas produciendo menos de 5000 kg de leche al año y generalmente se aplica en los últimos meses de lactación y muy raramente en toda la lactación. A pesar de la bajada en la producción respecto a dos ordeños al día (típicamente un 19 %), las ventajas que encuentran los ganaderos son: mejor adaptación a sus estilos de vida, aumento de la condición corporal de las vacas, aumento de la productividad del trabajo y la posibilidad de compartir salas de ordeño entre varias granjas (Davis et al., 1999).

### 1.2.3. Francia

En 2003 se hizo una encuesta a 121 ganaderas y ganaderos franceses de vacuno lechero que ordeñaban una vez al día, independientemente de si era para toda la lactación o para un periodo corto. Las principales razones por las que lo hacían, era para no exceder la cuota lechera y para aumentar la flexibilidad de su horario laboral, cosa que permitía especialmente a granjas formadas por una persona o por una pareja trabajar en los campos o pasar más tiempo con la familia (Guéguen and Brocard, 2003). Todos los entrevistados se declaraban satisfechos con el ordeño una vez al día, que aplicaban de media durante 65 días (desde 20 a 180 días) (Guéguen and Brocard, 2003).

Frente a las potencialidades de esta medida es necesario estudiar los efectos en cuanto a cantidad y calidad de la leche, salud de los animales y otros efectos que pueda tener en el queso (Hassoun et al., 2016). Por otra parte, nos preguntamos ¿cuáles son los factores que influyen en las diferencias de bajada de producción de leche?, ¿qué implicación tendría esta medida para el sector latxo? Para aclarar estas dudas hemos realizado una revisión sistemática de experimentos que compararan los efectos de ordeñar cabras y ovejas una vez al día (1X) frente a dos (2X).

## **2. Metodología de búsqueda bibliográfica**

Las opciones que contemplamos en esta revisión son ordeñar una vez al día y omitir uno o dos ordeños por semana para cabras y ovejas. No hemos tenido en cuenta otras combinaciones, como ordeñar tres veces en dos días, ordeñar dos veces al día pero con intervalos irregulares para disponer de las tardes, porque eran más infrecuentes (Pomiès et al., 2008).

Se realizó una búsqueda a través de los buscadores de Web of Knowledge y Scopus, y se acabaron seleccionando 27 estudios, a través de cuya bibliografía incluimos 14. El gran número de estudios añadidos a posteriori se debe a que ninguno de los dos buscadores mencionados incluía estudios en francés recopilados en *Rencontres Recherches Ruminants*<sup>1</sup>. En total se han revisado 41 estudios, de los cuales 7 estudiaban los efectos a corto plazo de omitir el ordeño, 5 los efectos a medio y largo plazo de ordeñar 12 o 13 veces por semana, y 31 incluían los efectos de ordeñar una vez al día 1X respecto a ordeñar dos veces 2X, con un total de 69 ensayos (Figura 1).

---

<sup>1</sup> <http://www.journees3r.fr/>

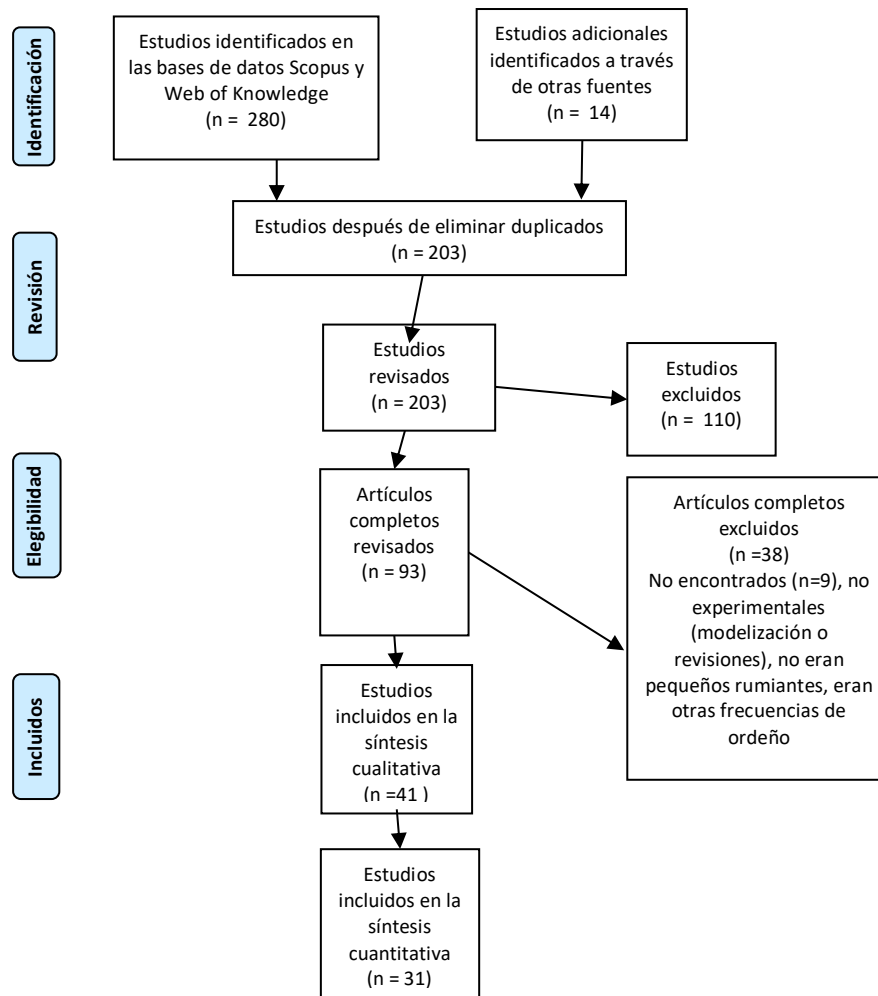


Figura 1: Proceso de la revisión sistemática.  
Diagrama de flujo para revisiones sistemáticas de literatura (Moher et al., 2009).

### 3. Resultados de la revisión del paso a 1 ordeño (1X)

#### 3.1 Efectos en la producción y composición de la leche

Los resultados medios y tendencias generales al comparar 2X con 1X para cabras y ovejas se observan en la Tabla 1. De media, los estudios se empiezan a partir de los dos meses de lactación tanto en cabras como ovejas, aunque hay estudios desde la primera semana de lactación y estudios que empiezan más tarde de los 100 días de lactación. De media, los estudios se mantienen durante 100 días, y en muestran una disminución de la producción lechera total para ovejas del 22 % y para cabras del 17 % si excluimos los experimentos con razas de cabra pigmea africana, que se ven mucho más afectadas que las otras razas (Figura 2).

Tabla 1. Resultados generales de los ensayos revisados al pasar de 2X a 1X (n=69).

	Estado de lactación al inicio del experimento	Duración del ensayo (d)	Producción lechera	% Grasa	% Proteína	SCC
Cabras	58 d media	108.2	-17% (-9%)*	=↓	↑	↑↑**
Ovejas	59 d media	100.7	-22%	=↓	↑	=↑

\*Si quitamos de la ecuación los experimentos con cabra pigmea africana, la media para cabras es de 16.8%. Estas cabras presentan pérdidas mucho mayores cuando se reduce el ordeño.

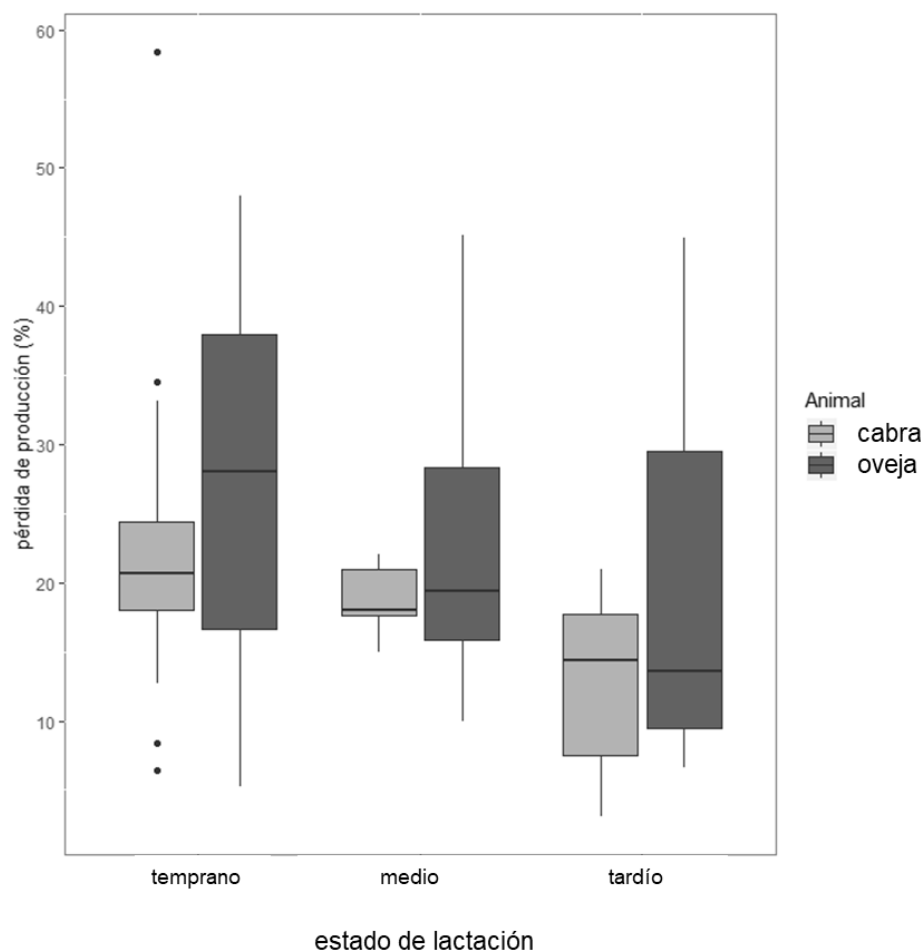
\*\*Recomendamos tomar este valor con cautela, pues sólo lo investigan 6 estudios de toda la muestra y en general los resultados no son significativos estadísticamente.

En cuanto a los efectos de la composición lechera hay que mirarlos con cautela, pues en muchos estudios no son significativos. En general podemos decir que la tendencia del porcentaje de grasa en cabras y ovejas es a no variar mucho, con una ligera tendencia a disminuir con respecto a los valores de 2X (de media un 0.8 % y 1.3 % respectivamente). En la literatura, los resultados no son concluyentes, pues por ejemplo en ovejas, en algunos estudios aumenta (Castillo et al., 2005), en otros se mantiene (Hassoun et al., 2016; Pereira et al., 2013) y en otros disminuye (Castillo et al., 2008a; Vanbergue et al., 2013). A nivel de perfil lipídico, se observa en la proporción de ácidos grasos monoinsaturados (Ben Chedly et al., 2013; Pulido et al., 2019). Algunos autores plantean la hipótesis de que la inhibición de la síntesis de grasa se va atenuando a medida que pasa el tiempo y los animales se acostumbran a ser ordeñados una vez al día, así que la duración del experimento debería influir en los resultados (Ben Chedly et al., 2013; Hervás et al., 2006).

El porcentaje de proteína tiende a aumentar ligeramente respecto a 2X, un 4 % en cabras y un 2 % en ovejas de media de todos los ensayos consultados. Los efectos respecto a la variación de células somáticas son muy dispares, no suelen ser significativos estadísticamente y se reduce el número de estudios que las tienen en cuenta. Por ejemplo, van desde ningún efecto en cabras murciano-granadinas (Salama et al., 2003) tinerfeñas y majorerías (Torres et al., 2013b) a duplicarse en sarda (Marnet and Komara, 2008). Hay que tener un extra de cautela al tener en cuenta estos datos, pues los rebaños experimentales son un caso particular, y suelen tener bajos niveles de células somáticas (Pomiès et al., 2008). Aun así, la tendencia en cabras es a aumentar (30 %) y en ovejas prácticamente a no verse afectada (0.5 %) (Tabla 1).

Los estudios indican que hay una mayor disminución de la producción lechera en ovejas que en cabras, con una ligera tendencia a disminuir el efecto cuanto más avanzada la lactación se pase a un ordeño al día. No hemos conseguido justificar esta afirmación con ninguna prueba estadística. Sin embargo, la tendencia general puede observarse en la Figura 1, que es mucho más clara en cabras que en ovejas. Varios estudios concluyen que implantar la medida de un ordeño al día una vez superado el pico de la lactación, minimiza las pérdidas (Marnet and Komara, 2008; Pomiès et al., 2008). Además, señalan que hay que respetar los primeros siete días para que la ubre se desarrolle completamente antes de pasar a un ordeño al día (Komara and Marnet, 2009).





*Figura 2. Pérdida de producción lechera de ordeñar 1 vez al día respecto a 2. El estado de lactación corresponde a temprano <30 días, 30 > medio <70 días, tardío >70 días. Nota: El largo de las barras depende de la variación entre ensayos.*

Como se observa en la Figura 2, los resultados para los ensayos de ovejas muestran mucha más variabilidad que los de cabras. Esto puede deberse a que en ovejas las diferencias entre razas son muy marcadas, como indican algunos estudios (Castillo et al., 2005). Así, pese a no encontrar ninguna diferencia estadística, en las Figuras 3 y 2 se pueden observar las diferencias entre los efectos de los ensayos desglosados por razas en cabras y ovejas.

La Figura 3 muestra como las razas de cabras cuya disminución de producción lechera es menor son damasco, majorera y tinerfeña. Las razas de cabras pigmea africana presentan una pérdida muy superior a las otras. Tanto en cabras como en ovejas, se ha visto que cuanto más productivas son, menor es la intensidad de la pérdida de producción al pasar a un ordeño (Castillo et al., 2009; Marnet et al., 2005; Papachristoforou et al., 1982). Las cabras pigmeas de estos estudios producían de media 0.3–0.5 L al día (Osuho et al., 2003; Williams et al., 2012), mientras que las alpinas de los estudios producían entre 2.7–4 L al día (Ben Chedly et al., 2013; Lefrileux et al., 2008b; Marnet et al., 2005).

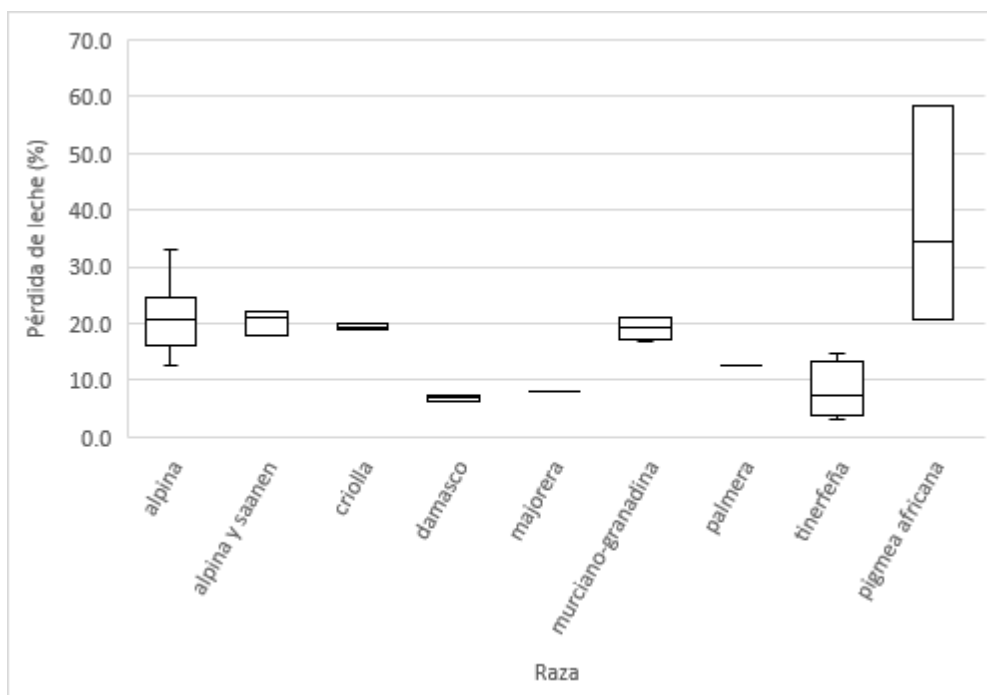


Figura 3. Disminución de la producción de leche en cabras.

*Nota: El largo de las barras depende de la variación entre estudios, cuando sólo aparece una línea es que sólo hay un estudio.*

En cuanto a las ovejas (Figura 4) la que mejor se adapta a un ordeño diario es la lacaune (Hassoun et al., 2016), y la que menos la raza griega karagouniko (Koutsouli et al., 2017).

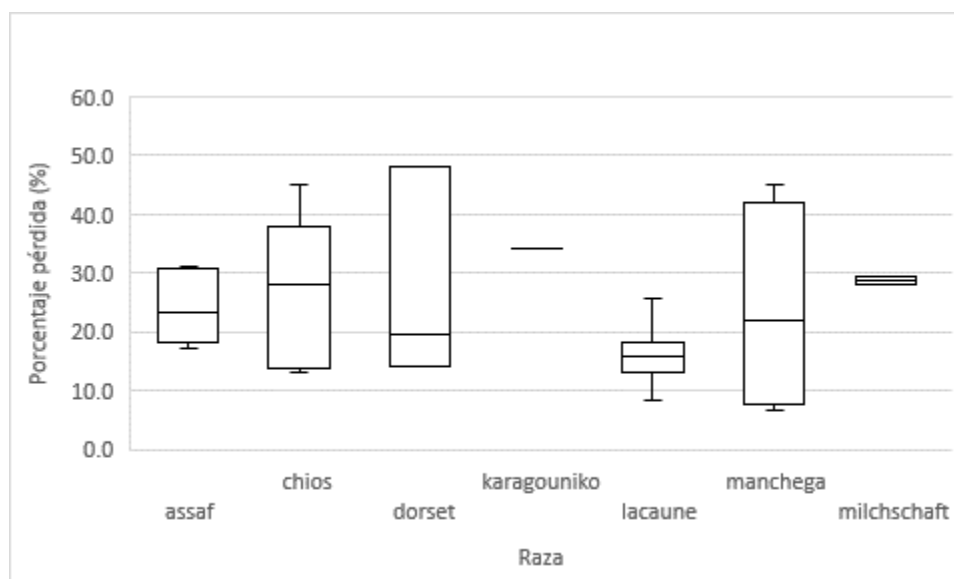


Figura 4. Disminución de la producción de leche en ovejas.

*Nota: El largo de las barras depende de la variación entre estudios, cuando sólo aparece una línea horizontal es que sólo hay un estudio.*

Al margen de la información cuantitativa, los estudios indican que no hay efectos en el comportamiento (agitaciones, balidos) cuando se pasa de dos a un ordeño al día que indiquen malestar, tampoco se observan efectos en la salud de las ubres en ovejas (no mamitis, no inflamación) ni aumentos significativos de cortisol (Hassoun et al., 2016; Salama et al., 2003; Vanbergue et al., 2013). Tampoco

se observó ninguno de estos efectos ni ningún otro comportamiento anómalo en cabras, incluso cuando se combinó con una reducción en la alimentación (Komara et al., 2010).

### **3.2 Experimentos con reducción de alimentación**

Aunque en estudios más antiguos dicen que al aumentar el número de ordeños al día en cabras no es necesario incrementar la alimentación (Blatchford et al., 1982), estudios más recientes dicen que en general, cuanto más frecuente sea el ordeño, más se estimula la producción de leche y también aumenta la ingesta tanto en ovejas (Negrão et al., 2001) como en cabras (Williams et al., 2012). Sin embargo, la cantidad ingerida no es proporcional a la pérdida o aumento de rendimiento. Por ejemplo, las cabras pigmeas africanas ordeñadas una vez al día dejaron de producir un 44 %, mientras que sólo dejaron de ingerir un 3 % de materia seca con respecto a las ordeñadas dos veces al día.

Podríamos deducir que, reducir la alimentación podría ser una medida de ahorro que acompañara el paso de dos ordeños a uno. Pero una característica importante de los estudios que hemos encontrado es que reducen la frecuencia de ordeño, pero mantienen la alimentación (y lo que se observa es que tanto cabras como ovejas aumentan su condición corporal (Dutot et al., 2011; Hassoun et al., 2016)). Sólo algunos ensayos estudian específicamente los efectos de restringir también la alimentación, y en estos casos, esto quiere decir ajustar la alimentación al nuevo volumen de leche producido al pasar a un ordeño. Esto no es lo mismo que dejar de ingerir la cantidad de mezcla de cereales ofrecida en cada ordeño que en los estudios revisados, se encuentra sobre los 50 y 180 gramos por ordeño y eliminarla no afectó la producción (Flores et al., 2011; Vanbergue et al., 2013).

Fisiológicamente, la consecuencia de ordeñar una vez al día y reducir la alimentación es una bajada de la producción debida a ambos factores ya que tanto una como otra medida afectan a la producción de leche por dos mecanismos distintos (Guinard-Flament et al., 2006). Por una parte, por una menor emisión de las hormonas, que se liberan durante el ordeño, y por los efectos de la acumulación de leche alveolar. Por otra parte, reducir la alimentación reduce los nutrientes disponibles para la producción de leche (Guinard-Flament et al., 2006).

Un ejemplo muy claro se encuentra en un experimento (Rémond et al., 2005) en dos fases con vacas frisonas y montbéliarde. Primero se les dio un 30 % y un 63 % menos de concentrado al día del recomendado por el Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) para su nivel inicial de producción (aunque se la cantidad de forraje fue ilimitada). Así, la producción de leche se redujo un 2.7 y un 15 % respecto al control.

En la segunda fase, al pasar de dos a un ordeño al día, la producción de leche la reducción fue de un 24 %, de manera que el efecto acumulado de ordeñar una vez al día y reducir la alimentación fue de pérdidas de 27 y 36 %. Así, con este y otros experimentos se ha demostrado que la pérdida generada por el paso a un ordeño al día es mayor que la generada por restricción alimentaria (Boutinaud et al., 2008; Rémond et al., 2005).

En cuanto a la composición, mientras que la reducción de ordeños aumentó la concentración de grasa y proteína, la reducción de concentrados tuvo el efecto contrario. Pasadas seis semanas se retornó a las vacas sometidas a restricción alimentaria al manejo habitual (alimentación y 2X), y fueron las que habían tenido una restricción alimentaria mayor las que más tardaron en recuperar su nivel de producción (Rémond et al., 2005).

Muy pocos estudios han analizado los efectos de ordeñar una vez al día y reducir la alimentación en pequeños rumiantes. La consecuencia es que a diferencia de lo que sucede con vacas, es muy difícil sacar conclusiones generales, pues el número reducido de estudios no compensa las

diferencias de diseño experimental que hay entre ellos. Así, los dos experimentos que hemos encontrado con cabras llegan a conclusiones opuestas.

Así, en cabras lecheras alimentadas en base a pasto y ordeñadas una vez al día, la reducción de concentrados, por ejemplo, un 27 % o un 55 % la cantidad inicial de 1.1 kg/d causa unas pérdidas de leche de 2 o 20 % respectivamente (Lefrileux et al., 2008a). En el otro experimento con cabras saanen y alpina, se pasó a un ordeño al día en un estado de lactación bastante tardío (>240 días). Después de una semana la producción lechera se redujo un 18 % (con una gran variabilidad individual 14–29 %). Al ajustar la alimentación a esta reducción según las tablas del INRA, lo que supuso reducir el 28 % de ingesta de materia seca (1.99 kg/d), el efecto combinado fue de 21 %. Por lo tanto, se concluyó que la disminución de la alimentación en lactaciones muy tardías no afectaba a la producción lechera (Komara et al., 2010).

En el único experimento con ovejas (de raza lacaune) que hemos encontrado (Hassoun et al., 2016), se redujeron los concentrados alrededor de un 8 y 29 % respecto a un nivel de concentrados inicial de aproximadamente 1.4 kg MS/d (1–1.4 kg MS/d repartidos cuatro veces al día más 0.2 por ordeño). Esta disminución es debida a ajustar los concentrados a la bajada de producción al pasar a un ordeño al día inicialmente o después un mes respectivamente. Los efectos observados acumulados fueron un 14 % y un 20 % para los dos casos, curiosamente, para el grupo de lacaune al que no se le restringieron los concentrados la pérdida de rendimiento fue de 16 %, aunque las diferencias entre grupos no fueron significativas.

Por otra parte, la restricción alimentaria mostró una tendencia favorable a la concentración de grasa. Los autores explican estos resultados contra intuitivos debido a que la sobrealimentación puede reducir el contenido en grasa (Hassoun et al., 2016). Sin embargo, esto parece contradecirse con un experimento en el que suplementaron con aceite de girasol (manteniendo la cantidad de materia seca) a ovejas assaf que pasaron a un ordeño diario. El resultado fue que las suplementadas perdieron un tercio menos de la producción y la mitad del % de grasa que sus compañeras que mantuvieron la dieta (Prieto et al., 2013).

### **3.3 Efectos en el queso**

Los estudios que hablan de los efectos de la transformación quesera se refieren sólo a denominaciones de origen protegidas de Francia, aunque en muchas de ellas las especificaciones de las propias denominaciones no permiten un ordeño al día (Pomiès et al., 2008).

Como al pasar a un ordeño al día hay cambios en la concentración de proteínas es de esperar que haya efectos para la transformación quesera. En el único estudio que hemos encontrado para ovejas, que eran de raza lacaune, se observó una ligera bajada del rendimiento quesero, sobretudo en primíparas. En vacas lecheras el paso a un ordeño aumentó el tiempo de coagulación y disminuyó la velocidad de endurecimiento pero no se encontró ningún efecto en sus características principales (Hassoun et al., 2016).

Para los caprinos no se ha encontrado diferencias en la elaboración de queso (Hassoun et al., 2016). Sin embargo, algunos estudios apuntan a que en cabras podría darse una tendencia al aumento del rendimiento quesero. Esto podría explicarse por el aumento en el contenido en proteínas coagulables en la leche (Marnet et al., 2005) que depende de si el porcentaje inicial de caseínas en la leche no es más alto del 85 % (Dutot et al., 2011).

Los cambios en la composición lechera (en general más concentración de grasa y proteína) se tradujeron en quesos con una menor relación grasa/materia seca que no han mostrado tener ninguna repercusión organoléptica en el queso de cabra (Dutot et al., 2011; Lefrileux et al., 2008b). Así, para

los quesos de la Denominación de Origen Protegida Rocamadour, el valor ligeramente menor de la puntuación de cata (11.48 vs. 11.96) comparado con los realizados durante un periodo de dos ordeños al día, se debió únicamente a atributos de aspecto y textura (por ejemplo, eran menos blancos, tenían una flora superficial menos homogénea y eran más pegajosos en la boca). Aun así, estos valores, que están relacionados con leches más concentradas, entraron dentro del rango normal de la denominación (Dutot et al., 2011).

El tratamiento de la leche para elaborar el queso de cabra sí que varió respecto a un ordeño. Así mientras que ordeñando dos veces al día la premaduración se hacía entre 12–14 °C durante 12 horas, con un ordeño al día la premaduración se hizo a 20 °C y durante tres horas (Dutot et al., 2011; Lefrileux et al., 2008b).

En general, no hay evidencias de diferencias en la composición microbiológica de la leche ordeñada una o dos veces al día (Dutot et al., 2011).

### **3.4 Ahorro de costes**

El tiempo dedicado al ordeño puede dividirse en dos. Por una parte, el tiempo de preparación y limpieza de la sala y el desplazamiento del rebaño, que se verá reducido a la mitad al pasar de 1X a 2X. Lógicamente el tiempo ahorrado varía si durante la época de ordeño los animales están estabulados o están en el exterior (Lefrileux et al., 2008b) y si el sistema es más o menos extensivo. Por otra parte, el tiempo del ordeño en sí, está en función de la cantidad de leche ordeñada, entre otros factores. De esta manera, el ordeño de la mañana en 1X es más largo que el de 2X (Hassoun et al., 2013; Lefrileux et al., 2008b), aunque el tiempo ordeñado por día en 2X sea superior.

El tiempo ahorrado depende de las características de cada granja (distancia, tamaño de la sala de ordeño, forma de las ubres, destreza de las personas que ordeñan, utilización de técnicas de apurado de las ubres, etc.). Resultados de ahorro de tiempo en algunos ejemplos en condiciones experimentales son 1 hora y 45 min al día (Dutot et al., 2011; Lefrileux et al., 2008b) o un 37.5 % del tiempo de ordeño para 100 cabras; o 42 minutos al día o un 40 % del tiempo total de ordeño para 200 ovejas lacaune (Hassoun et al., 2013).

El consumo de agua en las salas de ordeño no depende ni del tamaño del rebaño, del nivel de producción ni de si el ordeño es el de la mañana o de la tarde. En un experimento, se calculó que para ordeñar 48 ovejas lacaune en una sala de ordeño de 48 plazas y retirada automática, se gastaron  $243 \pm 30$  L/ordeño (Hassoun et al., 2013).

El consumo de energía se genera en el preparado del ordeño y en calentar las aguas de lavado, pero sobretodo en el enfriado del tanque y se consume en función de la leche que se ordeña. Así, por cada 100 L de leche se consume de media  $1.36 \pm 0.4$  kWh. La parte de energía que consume la máquina de ordeño, mucho menor en comparación, es la que se ahorra cuando se suprime un ordeño diario, que es entre 720 a 480 Wh menos que en 2X. Así, la energía total ahorrada de 1X frente a 2X es de 31 a 35 % (Hassoun et al., 2013).

### **3.5 Efectos a nivel de granja**

Hasta ahora hemos visto los efectos de pasar de dos ordeños al día a uno a nivel de animal. Sin embargo, esta medida se puede combinar con otras para compensar las pérdidas ocasionadas por la disminución de la producción lechera a nivel de animal, pero no tener pérdidas económicas a nivel de granja. Para testar esto se han utilizado simuladores de granja. Las medidas encontradas han sido a) aumento del número de las cabezas de ganado, b) alargar el periodo de ordeño y c) usar más el pasto para ahorrar costes de concentrados hacia el final de la lactación.

En general, el aumento del número de las cabezas de ganado no suele compensar porque genera más trabajo y gasto. Esto ha sido demostrado con simulaciones para una granja de lacaune (Lurette et al., 2018). En algún caso puede tener un balance positivo, por ejemplo, para una simulación con una granja francesa de vacas lecheras con una cuota de 280000 L. Pasar a un ordeño al día al principio de la lactación y aumentar el número de cabezas un 27 % permitía mantener el ingreso y a la vez ahorrar unas 300 horas anuales, que se corresponden con un 17 % del trabajo anual de rutina (Portier et al., 2006).

Alargar el periodo de lactancia aumenta la carga de trabajo, pero no en la misma medida que lo reduce la eliminación de un ordeño ya sea desde el principio de la lactación como a mitad. Así, por ejemplo, ordeñar una vez al día a partir de la semana 10 después del parto y adelantar 15 días el ordeño en combinación con aumentar un 13 % la materia seca ingerida en pasto, bajaría la producción lechera un 5 %, un 6 % el trabajo de rutina (trabajo que no se puede desplazar a otro día: ordeño, alimentación, cuidados, etc.) pero mantendría el margen económico a nivel de granja. Mientras que no todas las combinaciones simuladas son favorables, las que lo son dependen de las posibilidades de cada granja y de si se consideran aceptables dentro de la organización del trabajo (Lurette et al., 2018).

#### **4. Ordeñar 12 o 13 veces por semana**

Los primeros estudios sobre los efectos de ordeñar 12 o 13 veces a la semana se remontan a las décadas de los 60s y 70 en Francia, pero no tuvieron mucho eco debido en parte a que en ese momento la búsqueda de tiempo libre no era una prioridad para los ganaderos. La medida no libera mucho tiempo libre, pero aumenta la flexibilidad de las tareas de rutina, permitiendo por ejemplo un descanso el sábado y/o domingo por la tarde. En la década de los 90 se hicieron más experimentos debido al interés de la ganadería familiar para poder ahorrar la contratación de trabajadores externos (Pomiès et al., 2008).

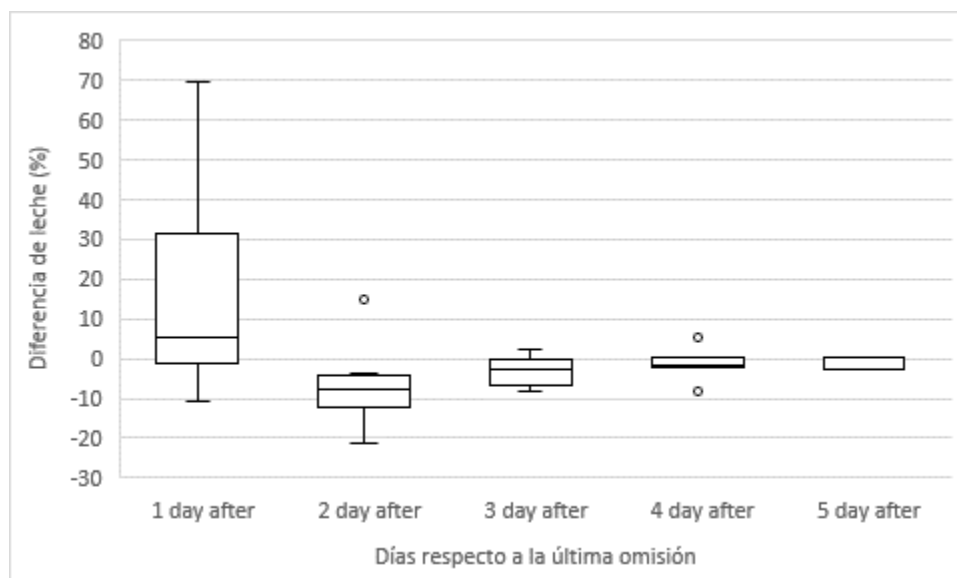
En la recopilación cuantitativa hemos mezclado estudios de diferentes fechas sin tener en cuenta el sesgo que los avances en la selección genética podrían representar en los resultados, pues las razas contemporáneas podrían tener otras reacciones a la reducción de ordeños. ¿Podemos usar igual un estudio de los setenta y un estudio de las primera décadas del 2000, cuando, por ejemplo, un rebaño de lacaune pasó de producir de media 118 L en toda la lactación a 293 L (Lagriffoul et al., 2016)? Marnet et al. (2005) describe que en un experimento con cabras de raza alpina en la década de los 70 la producción de leche disminuyó un 35 % mientras que en la primera década del 2000 un 15%.

Así, si excluimos los estudios de los 70 (Casu and Labussière, 1972; Labussière et al., 1974) la pérdida de producción lechera acumulada después de mantener esta medida durante varias semanas o toda la lactación pasa de 11.5 % a 7.5 %. Como la diferencia no es mucha hemos decidido incluirlos, porque los estudios de 12 o 13 ordeños semanales son pocos, y así ayuda a ver la tendencia general a corto plazo.

En la Figura 5 se muestran los resultados a corto plazo de los ensayos de omitir uno o dos ordeños a la semana llevados a cabo en 6 estudios para ovejas. En general, un día después de la última omisión la producción es mayor, cosa que se explica por la acumulación, al día siguiente la producción es menor y se vuelve a los niveles habituales al cuarto o quinto día. Esto quiere decir que, si se elimina el ordeño del domingo por la tarde, el jueves o el viernes ya se habría recuperado el nivel de producción del sábado anterior.

La disminución de la producción lechera el mismo día de la omisión (no mostrado en la figura) depende de la raza, por ejemplo, 24 % para manchega y 18 % para lacaune. Sin embargo, y como se puede observar en la tendencia general mostrada en la Figura 5, el día en que se restauran otra vez los

dos ordeños diarios aumenta la producción, que tendrá un efecto más o menos compensatorio (Castillo et al., 2009).

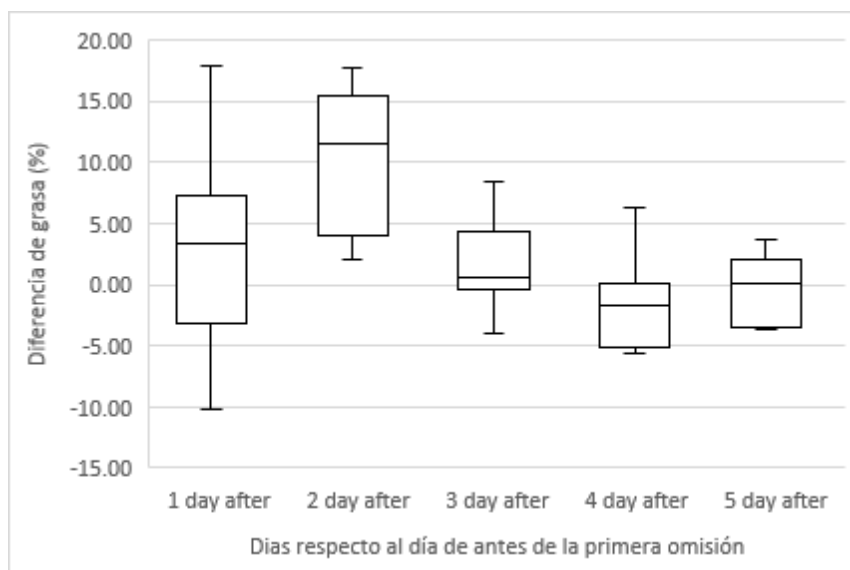


*Figura 5. Producción lechera tras el retorno a 2X después de la omisión de fin de semana. La figura muestra las diferencias de producción de leche ordeñada el día después de la omisión (para 13 ordeños) o del día después de la última omisión (para 12 ordeños), respecto al día de antes de la omisión.*

La magnitud de este efecto depende de la raza, cosa que explica la variabilidad del primer día después (ver Figura 5). Así, en sarda aumentó un 42–70 % (Casu and Labussière, 1972), 23 % en préalpes du sud (Labussière et al., 1974) en assaf 15–21 %, este aumento se explica por la acumulación de leche cisternal (Hervás et al., 2006). El estado de lactación también incrementa esta variabilidad, en un experimento, la disminución fue mucho más acusada cuando se omitieron los ordeños a partir de los 56 días de lactación que de los 105 (Castillo et al., 2009).

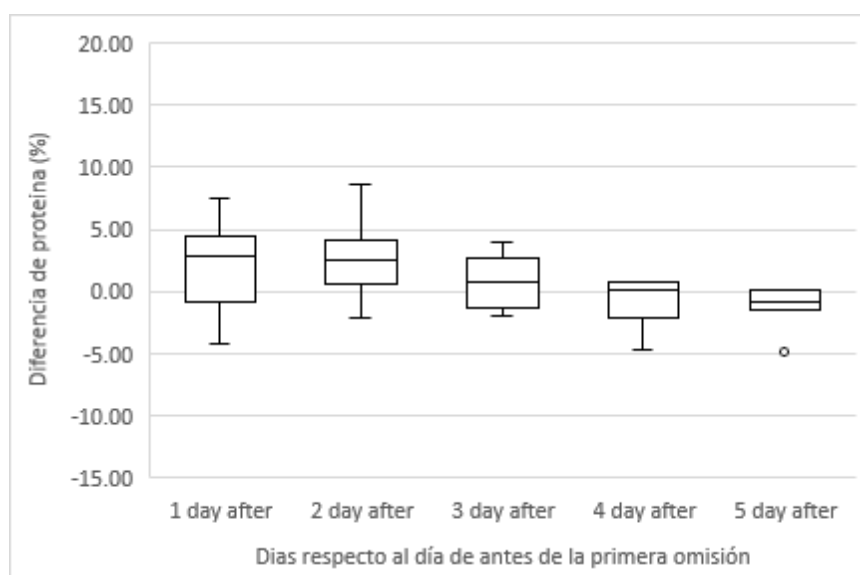
En cuanto a la composición, el aumento de la concentración de grasa en los compartimentos alveolares al incrementar los intervalos entre ordeños en ovejas (Castillo et al., 2008b; McKusick et al., 2002) explica el aumento del contenido en grasa de la leche residual que se ordeña el día después de la omisión. Aunque la variabilidad el día de después de la omisión es muy elevada (Figura 6), la tendencia general es que tienden a aumentar las 48 horas después de la última omisión, pero de la misma manera que la producción lechera, los valores tienden a volver a la normalidad entre el cuarto y quinto día después de la primera omisión (Castillo et al., 2009).

Como también se puede observar (Figura 7), el efecto en la concentración de proteína fue menor comparado con el de la grasa. Los resultados para células somáticas no son, concluyentes. Mientras que en unos estudios primero aumentan y luego disminuyen (Casu and Labussière, 1972) en otros siguen la dinámica opuesta (Knight and Gosling, 1995) y otros no muestran una dirección clara (Castillo et al., 2009). En general, quedarían lejos de los rangos considerados patológicos (Hervás et al., 2006; Pomiès et al., 2008).



*Figura 6. Variación en el % de grasa el día después de la omisión del ordeño. Diferencias de porcentaje de grasa en la leche ordeñada el día después de la omisión (para 13 ordeños) o del día después de la primera omisión (para 12 ordeños), respecto al día de antes de la omisión.*

Los efectos acumulados en la producción lechera al mantener esta medida a largo plazo varían en función de la raza. Así, estas pérdidas fueron de 26 % en préalpes du sud (Labussière et al., 1974), 12–24 % en sarda (Casu and Labussière, 1972), en assaf entre 4–10 % (Hervás et al., 2006), 7 % en poll dorset (Knight and Gosling, 1995) y en lacaune no se observaron pérdidas (Castillo et al., 2009). Estos efectos también se entremezclan cuando la medida se en el momento de lactación en que se aplica la medida. Así, se perdió un 15 % en manchega cuando se aplica a los 56 días de lactación, pero 6.2 % a partir de los 105 días, mientras que ni en lacona ni en assaf se observaron diferencias según el estado de lactación (Castillo et al., 2009; Hervás et al., 2006). En cuanto a la composición de la leche, no se observaron efectos a largo plazo (Castillo et al., 2009).



*Figura 7. Variación en el % de proteína el día después de la omisión del ordeño. Diferencias de porcentaje de proteína en la leche ordeñada el día después de la omisión (para 13 ordeños) o del día después de la primera omisión (para 12 ordeños), respecto al día de antes de la omisión.*



Cuando los ganaderos aplican esta medida, atrasan el ordeño de la mañana del domingo para que el intervalo entre ordeños sea menor de 24 horas, pues se ha demostrado que las pérdidas son mayores con intervalos a partir de 16 h (McKusick et al., 2002; Pomiès et al., 2008). Los resultados de los ensayos a corto plazo, es decir, ordeñar una vez al día durante uno a tres días, muestran unos resultados similares a los primeros días de los estudios de 12 o 13 ordeños por semana añadiendo la bajada de producción lechera del día de la reducción. Los efectos de una omisión puntual en el ordeño varían según la raza, y van desde nulos para cabras tunecinas (Hammadi et al., 2012) u ovejas chios y karagunico (Armaou et al., 2018), a pérdidas de más de un 20 % en ovejas sarda o merino (Nudda et al., 2002).

En todos los ensayos a corto plazo, la vuelta a la rutina normal de ordeño hizo que se volviera a las condiciones normales de producción de leche independientemente del estado de lactación o gestación (Hammadi et al., 2012; McKusick et al., 2002; Nudda et al., 2002), incluso para intervalos de 72 h (Armaou et al., 2018).

## **5. Implicaciones para la aplicabilidad en el sistema latxo**

La bajada del rendimiento lechero que provoca pasar a un ordeño diario en ovino es más o menos acusada según la raza y el estado de lactación. La media de los ensayos observados en esta revisión es de 22 %, oscilando entre un mínimo de 5 y 48 %. Así, no hay un consenso generalizado sobre la deseabilidad de la medida en ovino, excepto para la raza lacaune en la literatura francesa (Hassoun et al., 2016).

Hay pocos estudios que señalen los efectos en el queso de los cambios en la composición de la leche por ordeñar una vez al día. Para los quesos de cabra de la Denominación de Origen Protegida (DOP) Rocamadur se han observado diferencias en apariencia y textura, pero siempre dentro de los rangos que establece la DOP. Estos estudios sugieren que hay que adaptar ligeramente el proceso de transformación quesera.

En cuanto a los ahorros, se reduce el consumo de electricidad y en mayor medida el de agua. En cuanto a los concentrados, faltan estudios para poder llegar a una conclusión clara sobre cuanta restricción alimentaria admitirían los animales cuando pasan a un ordeño sin reducir mucho más la producción lechera. En cualquier caso, las necesidades de ingesta no se reducen proporcionalmente a la producción lechera. El tiempo de trabajo ahorrado depende sobretodo de la distancia a los prados, y más que cantidad de tiempo, lo que se observa es que aumentar la frecuencia de ordeño aumenta la flexibilidad de la organización del trabajo.

Los estudios recientes no ven problema en recomendar la medida de hacer 12 o 13 ordeños por las potenciales ventajas de disponer de tiempo libre en fines de semana o festivos, sobre todo si no se dejan pasar 24 horas entre un ordeño y otro sino 20 (Castillo et al., 2009; Hervás et al., 2006; Nudda et al., 2002). Aunque es el caso contrario para los estudios de la década de los 70, quienes no recomiendan la medida e incluso la encuentran más perjudicial para la producción que la de pasar a un ordeño diario (Casu and Labussière, 1972). De todas formas, debido a las alteraciones a corto plazo en la composición de la leche (sobre todo la tendencia al aumento de % de grasa del día siguiente a la omisión), habría que adaptar el proceso de transformación quesera.

No hemos encontrado estudios para la raza latxa específicamente (tampoco para manech ni basco-béarnaise en la literatura francesa). Por lo tanto, la generalización de los estudios anteriores debe hacerse con prudencia debido a las grandes diferencias de los efectos entre razas.

## Referencias

- Armaou, E., Simitzis, P., Koutsouli, P., Zoidou, E., Massouras, T., Goliomytis, M., Bizelis, I., Politis, I., 2018. The effect of extended milking intervals (24, 48 and 72 h) on milk yield, milk composition, mammary physiology and welfare traits in dairy ewes. *J. Dairy Res.* 85, 416–422. <https://doi.org/10.1017/S002202991800047X>
- Ben Chedly, H., Lacasse, P., Marnet, P.-G., Boutinaud, M., 2013. The decrease in milk yield during once daily milking is due to regulation of synthetic activity rather than apoptosis of mammary epithelial cells in goats. *animal* 7, 124–133. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001176>
- Blatchford, D., Henderson, A., Peaker, M., 1982. Enhancement of milk secretion by three times a day milking in the goat - a local intramammary effect. *J. Physiol.-Lond.* 329.
- Boutinaud, M., Ben Chedly, M.H., Delamaire, E., Guinard-Flament, J., 2008. Milking and Feed Restriction Regulate Transcripts of Mammary Epithelial Cells Purified from Milk. *J. Dairy Sci.* 91, 988–998. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0587>
- Capote, J., Castro, N., Caja, G., Fernández, G., Briggs, H., Argüello, A., 2008. Effects of the frequency of milking and lactation stage on milk fractions and milk composition in Tinerfeña dairy goats. *Small Rumin. Res.* 75, 252–255. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.11.004>
- Castillo, V., Such, X., Caja, G., Albanell, E., Casals, R., 2005. Mid-term lactational effects on once versus twice daily milking in Manchega and Lacaune dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 88(Suppl 1), W118.
- Castillo, V., Such, X., Caja, G., Casals, R., Albanell, E., Salama, A.A.K., 2008a. Effect of Milking Interval on Milk Secretion and Mammary Tight Junction Permeability in Dairy Ewes. *J. Dairy Sci.* 91, 2610–2619. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0916>
- Castillo, V., Such, X., Caja, G., Salama, A.A.K., Albanell, E., Casals, R., 2008b. Changes in Alveolar and Cisternal Compartments Induced by Milking Interval in the Udder of Dairy Ewes. *J. Dairy Sci.* 91, 3403–3411. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1097>
- Castillo, V., Such, X., Caja, G., Casals, R., Salama, A.A.K., Albanell, E., 2009. Long- and short-term effects of omitting two weekend milkings on the lactational performance and mammary tight junction permeability of dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 92, 3684–3695. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1937>
- Casu, S., Labussière, J., 1972. Premiers résultats concernant la suppression d'une ou plusieurs traites par semaine chez la brebis sarde. *Ann. Zootech.* 21, 223–232. <https://doi.org/10.1051/animres:19720206>
- Davis, S.R., Farr, V.C., Stelwagen, K., 1999. Regulation of yield loss and milk composition during once-daily milking: a review. *Livest. Prod. Sci.* 59, 77–94. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00204-8](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00204-8)
- Dutot, S., Durand, G., Gaudru, M.L., Martin, B., Pomiès, D., Hulin, S., Marnet, P.-G., 2011. La monotraite chez les éleveurs caprins fromagers: conséquences dans le cadre de l'AOP Rocamadour. *Rencontres Rech. Rumin.* 18, 193–196
- Flores, M.J., Flores, J.A., Elizundia, J.M., Mejía, A., Delgadillo, J.A., Hernández, H., 2011. Artificial long-day photoperiod in the subtropics increases milk production in goats giving birth in late autumn. *J. Anim. Sci.* 89, 856–862. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3232>
- Guéguen, L., Brocard, V., 2003. Une traite par jour en élevage bovin: recueil de l'expérience de 120 éleveurs français. *Renc Rech Rum* 10, 114
- Guinard-Flament, J., Delamaire, E., Lemosquet, S., Boutinaud, M., David, Y., 2006. Changes in mammary uptake and metabolic fate of glucose with once-daily milking and feed restriction in dairy cows. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 589–598. <https://doi.org/10.1051/rnd:2006030>

- Hammadi, M., Ayadi, M., Atigui, M., Seddik, M.M., Khorchani, T., Casals, R., Salama, A., Such, X., 2012. Milk synthesis in Tunisian local suckling goat is not affected by milking interval. *Small Rumin. Res.* 108, 32–35. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.06.008>
- Hassoun, P., Allain, C., Dessauge, F., Dzidic, A., Autran, P., Portes, D., Morin, E., Boissieu, C.D., 2016. La monotraite quotidienne appliquée en brebis laitières de race Lacaune : Synthèse de cinq années de recherche. *Rencontres Rech. Rumin.* 15
- Hassoun, P., Vernhes, G., Autran, P., 2013. Effet du rythme de traite des brebis laitières Lacaune sur le temps de travail et les consommations en eau et en électricité en salle de traite Effects of milking frequency in Lacaune dairy ewes on working time, water and electricity consumption at milking parlour. *Rencontre Rech. Rumin.* 20, 249
- Hervás, G., Ramella, J.L., López, S., González, J.S., Mantecón, Á.R., 2006. Effect of omitting one or two milkings weekly on lactational performance in dairy ewes. *J. Dairy Res.* 73, 207–215. <https://doi.org/10.1017/S0022029905001603>
- Knight, T.W., Gosling, L.S., 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. <https://doi.org/10.1080/00288233.1995.9513111>
- Komara, M., Giger-Reverdin, S., Marnet, P.-G., Roussel, S., Duvaux-Ponter, C., 2010. The combined effects of milking frequency and feeding level on dairy goat welfare and milk emission characteristics in late lactation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 127, 96–103
- Komara, M., Marnet, P.-G., 2009. Conduite en monotraite chez la chèvre alpine: application dès la mise bas ou après une à trois semaines de traite biquotidienne ou de conduite mixte monotraite/tétée? *Rencontres Autour Rech. Sur Rumin.* 16, 179–182
- Koutsouli, P., Simitzis, P., Theodorou, G., Massouras, Th., Bizelis, I., Politis, I., 2017. The effect of milking frequency reduction from twice to once daily on mammary physiology and animal welfare of two dairy Greek sheep breeds. *Small Rumin. Res.* 147, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.005>
- Labussière, J., Combaud, J.-F., Petrequin, P., Chesne, P., Oechli, M., 1974. Effets de la suppression de la traite du dimanche soir sur les brebis de race préalpes du sud. *Ann. Zootech.* 23, 435–444. <https://doi.org/10.1051/animres:19740402>
- Lagriffoul, G., Morin, E., Hassoun, P., Legarto, J., 2016. Panorama de la production de lait de brebis en France et son évolution depuis 50 ans. *Rencontres Rech. Rumin.* 13
- Lefrileux, Y., Le Scouarnec, J., Pommaret, A., Guyonvarch, A., 2008a. Effet du niveau de concentré sur les performances de chèvres laitières traites une fois par jour et conduites au pâturage. *Rencontres Rech. Rumin.* 15, 304
- Lefrileux, Y., Pommaret, A., Raynaud, S., 2008b. Impacts de la monotraite dans une exploitation caprine fromagère à haut niveau de production. *Renc Rech Rum* 15, 167–170
- Lurette, A., De Boissieu, C., Morin, E., Hassoun, P., Moulin, C.-H., 2018. Improved management to limit milk production losses resulting from the transition to once-a-day milking in dairy sheep. *Small Rumin. Res.* 165, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.06.007>
- Marnet, P.G., Gomis, B., Guinard-Flament, J., Boutinaud, M., Lollivier, V., 2005. Effet d'une seule traite par jour (monotraite) sur les performances zootechniques et les caractéristiques physicochimiques du lait chez les chèvres Alpines a haut potentiel. *Renc Rech Rum* 12, 225–228
- Marnet, P.G., Komara, M., 2008. Management systems with extended milking intervals in ruminants: Regulation of production and quality of milk<sup>1,2</sup>. *J. Anim. Sci.* 86, 47–56. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0285>

- McKusick, B.C., Thomas, D.L., Berger, Y.M., Marnet, P.G., 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. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74299-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74299-9)
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., Group, P., others, 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med* 6, e1000097.
- Negrão, J.A., Marnet, P.G., Labussière, J., 2001. Effect of milking frequency on oxytocin release and milk production in dairy ewes. *Small Rumin. Res.* 39, 181–187. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00186-3](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00186-3)
- Nudda, A., Bencini, R., Mijatovic, S., Pulina, G., 2002. The Yield and Composition of Milk in Sarda, Awassi, and Merino Sheep Milked Unilaterally at Different Frequencies. *J. Dairy Sci.* 85, 2879–2884. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74375-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74375-0)
- Osuhor, C.U., Olugbemi, T.S., Nwani, P.I., 2003. Milk flow rate and milking frequency in Red Sokoto goats. *Pak. J. Nutr.* 2, 192–195
- Papachristoforou, C., Roushias, A., Mavrogenis, A.P., 1982. The effect of milking frequency on the milk production of Chios ewes and Damascus goats. *Ann. Zootech.* 31, 37–46. <https://doi.org/10.1051/animres:19820104>
- Pereira, A., Rodríguez, M.C., Sandes, A., 2013. Efecto de la frecuencia de ordeño sobre la aptitud al ordeño mecánico, producción, composición y calidad de leche en ovejas Milchschaft. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Uruguay
- Pomiès, D., Guinard-Flament, J., Rémond, B., 2008. Les conduites de traite simplifiées en élevage laitier : vers la levée de l’astreinte biquotidienne 13
- Portier, B., Chénais, F., Brocard, V., 2006. Traire une fois par jour toute l’année : un revenu équivalent à certaines conditions. - Google Bilaketa. *Cap Elev.* 6, 10–13
- Prieto, N., Bodas, R., López-Campos, Ó., Andrés, S., López, S., Giráldez, F.J., 2013. Effect of sunflower oil supplementation and milking frequency reduction on sheep milk production and composition I. *J. Anim. Sci.* 91, 446–454. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5187>
- Pulido, E., Fernández, M., Prieto, N., Baldwin, R.L., Andrés, S., López, S., Giráldez, F.J., 2019. Effect of milking frequency and  $\alpha$ -tocopherol plus selenium supplementation on sheep milk lipid composition and oxidative stability. *J. Dairy Sci.* 102, 3097–3109. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15456>
- Rémond, B., Pomiès, D., Pradel, P., 2005. Effet de la monotraite des vaches laitières sur leur production, selon le niveau de distribution d’aliments concentrés. *Renc Rech Rum* 12
- Salama, A.A.K., Such, X., Caja, G., Rovai, M., Casals, R., Albanell, E., Marín, M.P., Martí, A., 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. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73753-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73753-9)
- Torres, A., 2013. Efecto de la frecuencia de ordeño sobre la producción, fraccionamiento lechero, y parámetros de calidad de la leche en las cabras canarias. Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria
- Torres, A., Castro, N., Argüello, A., Capote, J., 2013a. Comparison between two milk distribution structures in dairy goats milked at different milking frequencies. *Small Rumin. Res.* 114, 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.04.013>
- Torres, A., Castro, N., Hernández-Castellano, L.E., Argüello, A., Capote, J., 2013b. Short communication: Effects of milking frequency on udder morphology, milk partitioning, and milk quality in 3 dairy goat breeds. *J. Dairy Sci.* 96, 1071–1074. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5435>

- Vanbergue, E., Barillet, F., Allain, C., Autran, P., Aurel, M., Duvallon, O., Portes, D., Dessauge, F., Boutinaud, M., Dzidic, A., Marnet, P.G., 2013. Aptitude des brebis laitières de race Lacaune à la conduite en monotraite: Premiers éléments zootechniques et physiologiques. *Rencontre Rech. Sur Rumin.* 20, 281–284
- Williams, T.J., Osinowo, O.A., Smith, O.F., Onagbesan, O.M., Shittu, O.O., Solola, F.T., James, I.J., 2012. Effects of milking frequency on milk yield, dry matter intake and efficiency of feed utilization in wad goats. *Arch. Zootec.* 61, 457–465
- Zobel, G., Weary, D.M., Leslie, K.E., von Keyserlingk, M.A.G., 2015. Invited review: Cessation of lactation: Effects on animal welfare. *J. Dairy Sci.* 98, 8263–8277. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9617>

## Annex A

### Referencias para la cuantificación de los efectos de un ordeño al día

- Ben Chedly, H., Lacasse, P., Marnet, P.-G., Boutinaud, M., 2013. The decrease in milk yield during once daily milking is due to regulation of synthetic activity rather than apoptosis of mammary epithelial cells in goats. *animal* 7, 124–133. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001176>
- Boutinaud, M., Dris-Kerdreux, V., Wiart, S., Aubry, J.M., Laloe, D., Jaffrezic, F., Devinoy, E., Galio, L., 2017. 343 Effect of once daily milking on mammary transcriptome and cell turnover in dairy goat. *J. Anim. Sci.* 95, 169–170. <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.343>
- Capote, J., Castro, N., Caja, G., Fernández, G., Briggs, H., Argüello, A., 2008. Effects of the frequency of milking and lactation stage on milk fractions and milk composition in Tinerfeña dairy goats. *Small Rumin. Res.* 75, 252–255. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.11.004>
- Capote, J., Lopez, J., Caja, G., Peris, S., Arguello, A., Darmanin, N., 1999. proceedings of the Sixth International Symposium on the Milking of Small Ruminants: org. by the International Scientific Committee of the symposium in cooperation with the Hellenic Society of Animal Production (HSAP), sponsored by IAMZ/CIHEAM, FAO (REU/SCORENA), EAAP and ICAR and supported by the Greek Ministries of Agriculture and of Culture and Science, Athen, Greece, September 26-October 1, 1998. pp. 267–273.
- Castillo, V., Such, X., Caja, G., Albanell, E., Casals, R., 2005. Mid-term lactational effects on once versus twice daily milking in Manchega and Lacaune dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 88(Suppl 1), W118.
- Castillo, V., Such, X., Caja, G., Casals, R., Albanell, E., Salama, A.A.K., 2008. Effect of Milking Interval on Milk Secretion and Mammary Tight Junction Permeability in Dairy Ewes. *J. Dairy Sci.* 91, 2610–2619. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0916>
- Casu, S., Labussière, J., 1972. PREMIERS RÉSULTATS CONCERNANT LA SUPPRESSION D'UNE OU PLUSIEURS TRAITES PAR SEMAINE CHEZ LA BREBIS SARDE. *Ann. Zootech.* 21, 223–232. <https://doi.org/10.1051/animres:19720206>
- Dutot, S., Durand, G., Gaudru, M.L., Martin, B., Pomiès, D., Hulin, S., Marnet, P.-G., 2011. La monotraite chez les éleveurs caprins fromagers: conséquences dans le cadre de l'AOP Rocamadour. *Rencontres Rech. Rumin.* 18, 193–196.
- Flores, M.J., Flores, J.A., Elizundia, J.M., Mejía, A., Delgadillo, J.A., Hernández, H., 2011. Artificial long-day photoperiod in the subtropics increases milk production in goats giving birth in late autumn. *J. Anim. Sci.* 89, 856–862. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3232>
- Geenty, K.G., Davison, P.G., 1982. Influence of weaning age, milking frequency, and udder stimulation on dairy milk production and post-partum oestrus interval of Dorset ewes. *N. Z. J. Exp. Agric.* 10, 1–5. <https://doi.org/10.1080/03015521.1982.10427833>
- Hassoun, P., Allain, C., Dessauge, F., Dzidic, A., Autran, P., Portes, D., Morin, E., Boissieu, C.D., 2016. La monotraite quotidienne appliquée en brebis laitières de race Lacaune : Synthèse de cinq années de recherche. *Rencontres Rech. Rumin.* 15.
- Knight, T.W., Atkinson, D.S., Haack, N.A., Palmer, C.R., Rowland, K.H., 1993. Effects of suckling regime on lamb growth rates and milk yields of Dorset ewes. *N. Z. J. Agric. Res.* 36, 215–222. <https://doi.org/10.1080/00288233.1993.10417756>
- Knight, T.W., Gosling, L.S., 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. <https://doi.org/10.1080/00288233.1995.9513111>

- Komara, M., Boutinaud, M., Ben Chedly, H., Guinard-Flament, J., Marnet, P.G., 2009. Once-daily milking effects in high-yielding Alpine dairy goats. *J. Dairy Sci.* 92, 5447–5455. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2179>
- Komara, M., Giger-Reverdin, S., Marnet, P.-G., Roussel, S., Duvaux-Ponter, C., 2010. The combined effects of milking frequency and feeding level on dairy goat welfare and milk emission characteristics in late lactation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 127, 96–103.
- Komara, M., Marnet, P.G., 2009. Endocrine responses and milk emission characteristics in high yielding Alpine dairy goats under once daily milking management. *Small Rumin. Res.* 87, 64–69. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.10.003>
- Koutsouli, P., Simitzis, P., Theodorou, G., Massouras, Th., Bizelis, I., Politis, I., 2017. The effect of milking frequency reduction from twice to once daily on mammary physiology and animal welfare of two dairy Greek sheep breeds. *Small Rumin. Res.* 147, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.12.005>
- Kremer, R., Rosés, L., 2016. Producción y composición de leche de ovejas Frisona-Milchschaft ordeñadas 1 o 2 veces diarias. *Vet. Montev.* 52, 3–3.
- Lefrileux, Y., Le Scouarnec, J., Pommaret, A., Guyonvarch, A., 2008b. Effet du niveau de concentré sur les performances de chèvres laitières traites une fois par jour et conduites au pâturage. *Rencontres Rech. Rumin.* 15, 304.
- Marnet, P.G., Gomis, B., Guinard-Flament, J., Boutinaud, M., Lollivier, V., 2005. Effet d'une seule traite par jour (monotraite) sur les performances zootechniques et les caractéristiques physicochimiques du lait chez les chèvres Alpines ahaut potentiel. *Renc Rech Rum* 12, 225–228.
- Osuho, C.U., Olugbemi, T.S., Nwani, P.I., 2003. Milk flow rate and milking frequency in Red Sokoto goats. *Pak. J. Nutr.* 2, 192–195.
- Papachristoforou, C., Roushias, A., Mavrogenis, A.P., 1982. The effect of milking frequency on the milk production of Chios ewes and Damascus goats. *Ann. Zootech.* 31, 37–46. <https://doi.org/10.1051/animres:19820104>
- Pereira, A., Rodríguez, M.C., Sandes, A., 2013. Efecto de la frecuencia de ordeño sobre la aptitud al ordeño mecánico, producción, composición y calidad de leche en ovejas Milchschaft. Facultad de Veterinaria. Universidad de la República. Uruguay.
- Prieto, N., Bodas, R., López-Campos, Ó., Andrés, S., López, S., Giráldez, F.J., 2013. Effect of sunflower oil supplementation and milking frequency reduction on sheep milk production and composition1. *J. Anim. Sci.* 91, 446–454. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5187>
- Pulido, E., Giráldez, F.J., Bodas, R., Andrés, S., Prieto, N., 2012. Effect of reduction of milking frequency and supplementation of vitamin E and selenium above requirements on milk yield and composition in Assaf ewes. *J. Dairy Sci.* 95, 3527–3535. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5048>
- René Salgado, E., 2007. Efecto de uno versus dos ordeños diarios sobre la producción y composición de leche de ovejas de raza Assaf Española. Universidad de León.
- Salama, A.A.K., Caja, G., Such, X., Peris, S., Sorensen, A., Knight, C.H., 2004. Changes in Cisternal Udder Compartment Induced by Milking Interval in Dairy Goats Milked Once or Twice Daily. *J. Dairy Sci.* 87, 1181–1187. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73267-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73267-1)
- Salama, A.A.K., Such, X., Caja, G., Rovai, M., Casals, R., Albanell, E., Marín, M.P., Martí, A., 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. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73753-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73753-9)
- Santibáñez, A., Such, X., Caja, G., Castillo, V., Albanell, E., 2009. Efecto de la práctica de un ordeño (1X) vs dos ordeños (2X) sobre la producción, composición de la leche y capacidad cisternal en ovejas Manchega (MN) y Lacaune (LC), durante la lactación, in: XXXIV Congreso Nacional de La Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC). Barbastro, España. pp. 421–426.

- Torres, A., Castro, N., Argüello, A., Capote, J., 2013. Comparison between two milk distribution structures in dairy goats milked at different milking frequencies. *Small Rumin. Res.* 114, 161–166.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.04.013>
- Vanbergue, E., Barillet, F., Allain, C., Autran, P., Aurel, M., Duvallon, O., Portes, D., Dessauge, F., Boutinaud, M., Dzidic, A., Marnet, P.G., 2013. Aptitude des brebis laitières de race Lacaune à la conduite en monotraite: Premiers éléments zootechniques et physiologiques. *Rencontre Rech. Sur Rumin.* 20, 281–284.
- Williams, T.J., Osinowo, O.A., Smith, O.F., Onagbesan, O.M., Shittu, O.O., Solola, F.T., James, I.J., 2012. Effects of milking frequency on milk yield, dry matter intake and efficiency of feed utilization in wad goats. *Arch. Zootec.* 61, 457–465.

### **Referencias para la cuantificación de los efectos de un ordeño al día**

- Castillo, V., Such, X., Caja, G., Casals, R., Salama, A.A.K., Albanell, E., 2009. Long- and short-term effects of omitting two weekend milkings on the lactational performance and mammary tight junction permeability of dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 92, 3684–3695. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1937>
- Casu, S., Labussière, J., 1972. Premiers résultats concernant la suppression d'une ou plusieurs traites par semaine chez la brebis sarde. *Ann. Zootech.* 21, 223–232. <https://doi.org/10.1051/animres:19720206>
- Hervás, G., Ramella, J.L., López, S., González, J.S., Mantecón, Á.R., 2006. Effect of omitting one or two milkings weekly on lactational performance in dairy ewes. *J. Dairy Res.* 73, 207–215.  
<https://doi.org/10.1017/S0022029905001603>
- Knight, T.W., Gosling, L.S., 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.  
<https://doi.org/10.1080/00288233.1995.9513111>
- Labussière, J., Combaud, J.-F., Petrequin, P., Chesne, P., Oechli, M., 1974. Effets de la suppression de la traite du dimanche soir sur les brebis de race préalpes du sud. *Ann. Zootech.* 23, 435–444.  
<https://doi.org/10.1051/animres:19740402>





## BC3 WORKING PAPER SERIES

Basque Centre for Climate Change (BC3), Bilbao, Spain

The BC3 Working Paper Series is available on the internet at the following addresses:

[http://www.bc3research.org/lits\\_publications.html](http://www.bc3research.org/lits_publications.html)

<http://ideas.repec.org/s/bcc/wpaper.html>

BC3 Working Papers recently available:

- |         |  |
|---------|--|
| 2015-02 | Amaia de Ayala, Ibon Galarraga and Joseph V. Spadaro: <i>The price of energy efficiency in the Spanish housing market.</i>   |
| 2015-03 | Leif Vogel, Joshua Vande Hey, Sérgio H. Faria and Joseph V. Spadaro: <i>Health impacts of atmospheric pollution in a changing climate.</i>   |
| 2015-04 | Christoph Böhringer, Xaquín García-Muros, Mikel González-Eguino and Luis Rey: <i>US Climate Policy: a critical assessment of intensity standards.</i>  |
| 2016-01 | María Victoria Román, Iñaki Arto and Alberto Ansuategi: <i>What determines the magnitude of the economic impact of climate finance in recipient countries? A structural decomposition of value-added creation between countries.</i> |
| 2016-02 | Mikel González-Eguino, Iñigo Capellán-Pérez, Iñaki Arto, Alberto Ansuategi and Anil Markandya: <i>Industrial and terrestrial carbon leakage under climate policy fragmentation.</i>  |
| 2016-03 | Anil Markandya, Kishore Dhavala and Allesandro Palma: <i>The role of flexible biofuel policies in meeting biofuel mandates.</i>  |
| 2016-04 | Stefano Balbi and Ferdinando Villa: <i>Beyond ecosystem services: a food security perspective.</i>   |
| 2016-05 | María Victoria Román, Iñaki Arto and Alberto Ansuategi: <i>The geographic distribution of the economic impact of climate finance.</i>  |
| 2017-01 | Marta Olazabal, Ibon Galarraga, James Ford, Alexandra Lesnikowsky and Elisa Sainz de Murieta: <i>Towards successful adaptation: a check list for the development of climate change adaptation plans.</i>                             |
| 2017-02 | Itxaso Ruiz, Sérgio H. Faria and Marc B. Neumann: <i>Drivers of climate change opinion.</i>  |
| 2017-03 | Stefano Balbi: <i>Traveling for happiness, moving to adapt: An agent-based perspective on population mobility.</i>   |
| 2017-04 | Xaquín García-Muros, Christoph Böhringer and Mikel González-Eguino: <i>Cost-effectiveness and incidence of alternative mechanisms for financing renewables.</i>  |
| 2018-01 | Ibon Galarraga, Josu Lucas and Steffen Kallbekken: <i>Consumer purchases of energy-efficient cars: behavioural implications for policy.</i>  |
| 2018-02 | Federica Cappelli, Caterina Conigliani, Valeria Costantini, Ketil Lelo, Anil Markandya, Elena Paglialunga and Giorgia Sforna: <i>Climate Change and Armed Conflicts African Observatory (CACAO): a georeferenced map of Africa.</i>  |
| 2019-01 | Elena Galán del Castillo: <i>Revisión sistemática de los efectos del paso a un ordeño al día en pequeños rumiantes.</i>  |