

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Departamento de Medicina y Cirugía Animal**



**TESIS DOCTORAL**

**Influencia del manejo reproductivo sobre los índices productivos de una explotación intensiva de ovino lechero de raza Lacaune de España.  
Bases para la mejora de la productividad**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Fernando Hernández Díaz**

Directores

**Juan Vicente González Martín  
Susana Astiz Blanco**

**Madrid, 2016**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**  
**Departamento de Medicina y Cirugía Animal**

**INFLUENCIA DEL MANEJO REPRODUCTIVO SOBRE  
LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS DE UNA EXPLOTACIÓN  
INTENSIVA DE OVINO LECHERO DE RAZA LACAUNE  
DE ESPAÑA. BASES PARA LA MEJORA DE LA  
PRODUCTIVIDAD**

**Fernando Hernández Díaz**

**Directores:**

**Dr. Juan Vicente González Martín**

**Dra. Susana Astiz Blanco**

**TESIS DOCTORAL**  
**Madrid, octubre de 2015**





**INFLUENCIA DEL MANEJO REPRODUCTIVO SOBRE  
LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS DE UNA EXPLOTACIÓN  
INTENSIVA DE OVINO LECHERO DE RAZA LACAUNE  
DE ESPAÑA. BASES PARA LA MEJORA DE LA  
PRODUCTIVIDAD**

**VºBº Los directores**

**Dr. Juan Vicente González Martín**

**Dra. Susana Astiz Blanco**

**Memoria presentada por Fernando Hernández Díaz**

**para el acceso al grado de Doctor**



**Madrid, octubre de 2015**



**D. Juan Vicente González Martín**, profesor titular EU del Departamento de Medicina y Cirugía Animal de la Universidad Complutense de Madrid, y

**Dña. Susana Astiz Blanco**, Doctora en veterinaria por la Universidad de Hannover, Alemania,

**INFORMAN:**

que el presente trabajo de investigación titulado “INFLUENCIA DEL MANEJO REPRODUCTIVO SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS DE UNA EXPLOTACIÓN INTENSIVA DE OVINO LECHERO DE RAZA LACAUNE DE ESPAÑA. BASES PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD”, presentado por D. Fernando Hernández Díaz y dirigido por quienes suscriben, reúne los requisitos necesarios para su exposición y defensa, con el fin de optar al grado de Doctor en Veterinaria.

**Y para que así conste, firmamos el presente informe en Madrid, octubre de 2015.**



*A Concha, Clara y Carmen*



## **AGRADECIMIENTOS**



**A** mis directores de Tesis Juan Vicente González y Susana Astiz. Sin su apoyo y su dedicación, este trabajo no se podría haber realizado. Sois mucho más que mis directores de tesis.

Juanvi fue mi primer compañero de trabajo al terminar la carrera; tenemos un montón de buenos recuerdos y a pesar de tus éxitos profesionales y de seguir caminos diferentes, siempre te preocupaste de cuidar nuestra amistad y de apoyarme en todas las ocasiones que has podido. La muestra es este trabajo, que sin tu empeño jamás se habría finalizado.

Susana, has sido el verdadero motor de esta tesis, con una capacidad de trabajo que me empujaba a seguir y me obligaba a esforzarme más. Gracias por todo el tiempo que me has dedicado. Tengo mucha suerte de contar contigo y ser tu amigo; siempre contarás con mi cariño, admiración y apoyo.

A Laura Elvira, compañera de fatigas. Sin su trabajo esta tesis tampoco habría sido posible: gracias por tu amistad, por los buenos momentos, por los ánimos constantes y por tu tiempo.

A Concha del Río por sus correcciones, sus desvelos y apoyo.

A Pedro Cuesta y Santiago Cano, por su gran ayuda en todo el trabajo estadístico y por los buenos ratos que hemos pasado juntos.

A las personas que han colaborado de diversas formas en estos trabajos: Antonio González Bulnes por su participación en los trabajos, a Frank Wallner, Raquel de Paz y Santiago Fuentes por su ayuda en el procesado de los datos, a Beatriz Fernández y Marta Egea por su colaboración en el trabajo del estudio de terapia de secado, a Raquel Patrón por las traducciones y a Nati por las gestiones y las miles de carreras.

A todo el personal de Granja Cerrromonte, siempre dispuestos al trabajo y a la mejora constante. Todo ha sido más fácil con vuestra entrega; es una suerte poder contar con vosotros, y en especial a Alejandra Tirado, colaboradora directa y sufridora de todos mis cambios de rutinas de trabajo ¡sin volverse loca!.

A los compañeros que me ayudaron en mis primeros pasos en el ovino, que me aportaron sus conocimientos y sobre todo, su amistad: Manuel Luelmo, Álvaro Bautista y Emilio Legaz.

A los amigos que hice en el camino por la modernización del ovino, de los cuales aprendí gran parte de los conocimientos que expongo en esta tesis: José Antonio Requejo, Ángel Ruíz Mantecón y Sebastián Martín.

A Fernando de Paz, Director de la revista Tierras y del Foro de Ovino que apostó decididamente por propagar las ideas de modernización del sector ovino cuando pocos lo hacían.

A mis compañeros a lo largo de estos años: Juanvi, Jordi Martínez, Lorenzo, Antonio, Rafa, Jesús, Jordi Sangenis, Alfonso, José Antonio, José Carlos y José Enrique.

A todos aquellos que influyeron en mi formación como veterinario: Alfonso Monge, Juan Vicente González, Julio de la Fuente y especialmente a mi amigo Santiago Fuentes, que me enseñó todo lo que fui capaz de aprender sobre transferencia de embriones.

A mis padres María y Felipe, que habrían sentido una gran alegría con la presentación de esta tesis. A mis hermanos que siempre cuidaron de mí.

A Concha, por su ayuda siempre, por su paciencia y amor todos estos años: A Clara y Carmen, mis niñas, siempre luchadoras. Las tres sois la energía de mi vida: gracias por estar a mi lado.

A todos aquéllos que mi mala cabeza me ha hecho olvidar, pero que han ayudado de alguna forma a que mi trabajo y mi vida sean mejores: perdonad por el olvido y muchas gracias.

**RESUMEN**



## RESUMEN

La raza ovina lechera Lacaune, originaria de Francia a partir de la fusión de diferentes razas locales, es la oveja de la leche que se utiliza para la elaboración del queso Roquefort. Esta raza, sometida desde hace más de 30 años a un riguroso esquema de selección genética, se ha convertido en una de las razas ovinas lecheras de mayor rendimiento del mundo, con un promedio de producción de leche acumulada de 283 l en lactaciones medias de 160 días. Desde 1992, 17 países, entre ellos España, han importado de Francia animales seleccionados de raza Lacaune a través de la asociación oficial de criadores. Los sistemas productivos en estos países no enmarcados dentro de la región de Roquefort son muy distintos al manejo tradicional impuesto para la Denominación de Origen (D.O.) de este queso, y sin embargo, la información referente a índices y objetivos en los sistemas productivos de ovejas de raza Lacaune en manejo intensivo es escasa.

Si bien, aunque disponemos de algunos datos preliminares respecto a la producción media de esta raza en España, descritos por la cooperativa COVAP, de medias de 405 litros por lactación con lactaciones medias de 175 días de duración, y por la Asociación Española de la Raza Lacaune (AESLA), con datos medios de 304 kg de leche por lactación estandarizada a 160 días de ordeño, carecemos de medidas estandarizadas generales, y de indicaciones de manejo adaptadas a estas ovejas, grandes productoras.

Así pues, en base a esta carencia de información, en el presente trabajo de Tesis nos planteamos comenzar a rellenar esta laguna de conocimiento, desde un enfoque predominantemente práctico y gracias al aprovechamiento de la multitud de datos productivos y reproductivos individuales y diarios de una granja comercial de ovejas de raza Lacaune.

Al tratarse el de esta granja de un sistema intensivo, altamente estandarizado y reproducible, la relevancia de los resultados y conclusiones derivados del trabajo los consideramos de máxima importancia, ya que pueden ser útiles no sólo para otras explotaciones similares con la misma raza y en nuestro país, sino para cualquier otro sistema intensivo, y para cualquier otra raza lechera, en España y en cualquier otro país.

El objetivo básico en cualquier sistema productivo es minimizar los días improductivos de cada animal durante toda su vida. En el caso de una explotación de ovino lechero, será minimizar el número de días improductivos por oveja. Estos días improductivos

vienen determinados, casi de manera absoluta, por el ritmo reproductivo, así que ha sido éste el ámbito en el que hemos querido centrar nuestros primeros esfuerzos, intentando encontrar y fijar índices objetivo ideales para un sistema productivo intensivo de oveja lechera de raza Lacaune. Por lo tanto, el objetivo general del trabajo experimental correspondiente a esta Tesis Doctoral consistía en la exploración y determinación de valores objetivo de los parámetros productivos más determinantes en la medicina de la producción y, por ende, en la eficiencia económica de explotaciones intensivas de oveja Lacaune de aptitud láctea en condiciones intensivas de producción, así como del periodo seco óptimo de esta raza en dicho sistema.

En concreto, nos planteamos los siguientes objetivos específicos, cada uno de ellos descrito en cada uno de los capítulos del presente trabajo:

- a) Determinación de la edad al primer parto o EPP óptima, que induzca una mayor productividad general en el rebaño.
- b) Determinación de la duración de secado óptima.
- c) Estudio de la idoneidad de una terapia antibiótica de secado sistemática aplicada a todo el rebaño.

Ante la escasez de evidencias científicas disponibles, diseñamos los experimentos, basados en el procesamiento e interpretación de la información individual por oveja recogida del sistema productivo, para ir desgranando los parámetros productivos requeridos, abordando en primer lugar la determinación de la edad al primer parto o EPP óptima, dando lugar al primero de los trabajos publicados, descrito en el primer capítulo de esta memoria de Tesis Doctoral. En este trabajo estudiamos la repercusión, principalmente en producción y reproducción, de cuatro grupos de animales en función de su EPP: animales denominados “precoces”, con EPP anterior a los 13 meses de edad; animales con EPP “mediana”, con 13 y 14 meses de edad; animales con EPP “tardía”, con 15 y 16 meses de edad; y finalmente, animales con EPP desde los 17 meses de edad, denominadas “veteranas”. La conclusión principal, tras valorar la repercusión de la EPP sobre la productividad en distintas lactaciones, sobre el intervalo parto-parto y sobre la vida productiva, es que la EPP debería encuadrarse de manera ideal en un intervalo óptimo que abarque los 13 y 14 meses de edad (390 y 450 días), con más ventajas cuanto más nos acerquemos a los 390 días. Concretamente, se observó que una edad en el primer parto inferior a los 13 meses repercutía negativamente en producción (aunque levemente) y en longevidad, existiendo una clarísima desventaja en las edades para el primer parto tardías y muy

tardías, con ovejas de EPP posterior a 450 días, mostrando una producción lechera inferior durante toda su vida y una vida productiva más corta.

El segundo capítulo de la presente memoria de Tesis Doctoral abordó la determinación del valor óptimo y de la influencia sobre la eficiencia productiva de los animales, de otro índice productivo esencial, a caballo entre la gestión reproductiva y la productiva: la duración del periodo seco. De manera semejante, se compararon grupos de animales con un periodo seco "muy corto": de 1 a 30 días; "corto": de 31 a 60 días; "medio": de 61 a 90 días; "largo": de 91-120 días; y "muy largo": con más de 120 días de secado. La productividad lechera se vio reducida tras periodos muy cortos, largos y muy largos mientras que el intervalo parto-parto menor se asoció al periodo seco más corto, llegándose a la conclusión de que el intervalo óptimo de días secos oscila entre los 30 y los 60 días, ya que las ovejas con un periodo seco de entre 30 y 90 días mostraron los mayores rendimientos productivos en la siguiente lactación. Los periodos de secado inferiores a 30 días o superiores a 120 días fueron claramente negativos sobre los aspectos productivos posteriores de las ovejas, mientras que las ovejas con los secados más cortos (<60 días) mostraron el mejor intervalo parto-siguiente concepción. En base a estos resultados, se recomienda un periodo de secado óptimo de 30 a 60 días para ovejas lecheras Lacaune en condiciones de manejo intensivo, debiendo acercarse lo más posible al límite inferior del intervalo (30d).

El tercer capítulo de esta memoria de Tesis Doctoral recoge el estudio de los efectos de la terapia antibiótica intramamaria sistemática en el secado sobre el rendimiento productivo. Este tema es muy actual y muy discutido en la vaca lechera, en la que llevaba más de 30 años como una pauta totalmente implantada. En la vaca se cuestiona actualmente el papel de las terapias antibióticas sistemáticas frente a un uso más racional de antibióticos en producción animal. Aun así, es indiscutible que un nivel elevado de células somáticas en la leche refleja un nivel elevado de infecciones intramamarias, con la consecuente pérdida de producción y las implicaciones en bienestar animal que esto conlleva. En nuestro estudio, de manera semejante a lo demostrado repetidamente en el ganado bovino lechero, observamos una clara mejora productiva tras la instauración de la terapia antibiótica intramamaria general con cefapirina, con una reducción clara de las células somáticas (de un 50%) y una mejora en la calidad de la leche (leve elevación del contenido en grasa y proteína, con una clara y muy significativa elevación de la producción diaria de leche), por lo que podemos considerar que la antibioterapia de secado se asocia con una mayor producción de leche diaria y total durante las lactaciones siguientes en ovejas lecheras

de raza Lacaune, en condiciones de manejo intensivo. También se asocia con un recuento de células somáticas significativamente menor y un ligero aumento en el contenido de grasa y proteína de la leche producida en lactaciones posteriores. Estos hallazgos sugieren que la terapia antibiótica de secado puede ser eficaz para mejorar la salud y la productividad de ovejas de raza Lacaune, así como para otras razas ovinas lecheras en condiciones de manejo intensivo.

Como reflexión final, aparte del gran valor de los resultados concretos y de las conclusiones extraídas de las evidencias numéricas, en cada uno de los distintos aspectos de la medicina de la producción, observamos claramente que el sistema productivo es dinámico y que es básico seguir aprendiendo de la observación; analizar continuamente los resultados y evaluar críticamente las situaciones, detectando puntos de mejora, tal y como cualquier esquema de trabajo de medicina de la producción marca. De manera que nada es permanente en el tiempo, y se deben variar los objetivos, aprendiendo continuamente de las evidencias.

Además, y por otro lado, no podemos olvidar que los criterios de organización y planificación del trabajo humano de las granjas priman casi siempre sobre otros criterios técnicos. La planificación general de la explotación (basada en la planificación reproductiva) y la distribución de la mano de obra, son las claves para el éxito de la intensificación. Esta planificación será prioritaria, en la mayoría de los casos, sobre cualquier otro parámetro con el que pueda no coincidir. La optimización de la planificación del trabajo requiere una uniformidad de producción a lo largo de todo el año para tener éxito en la planificación general.

Finalmente, señalar la relevancia social que las explotaciones agrarias sostenibles poseen. La producción intensiva y el aumento de tamaño de las explotaciones de ovino lechero facilitan la mejora de las condiciones laborales y la incorporación de la mujer al mundo laboral en el medio rural. Por lo tanto, toda la información aportada para la mejora de este sector, como es la que contiene este trabajo, tiene, si cabe, aún más relevancia social que la meramente económica para el sistema en sí.

**SUMMARY**



## SUMMARY

Lacaune sheep originated in France through the fusion of different regional breeds and produce the milk used to prepare Roquefort cheese. Over the last 30 years, the Lacaune breed was selected from a dual-purpose animal with low dairy yields, to select for an animal with increased milk production. The selection programme has made that this breed becomes one of the world's highest-yielding ovine milk breeds, with average daily milk yields of 1.59 l and a total milk yield of 283 l over a 160-d lactation period.

Since 1992, 17 countries, including Spain, have officially imported dairy Lacaune from France. The production systems for producers outside the Roquefort Designation of Origin are very different to those of this Region, with traditional production conditions, being much more often intensive systems. However, and in contrast to the abundant research on traditional management, information about performance of ovine under intensive management systems is scarce.

Some preliminary data of average productivity of this breed under intensive productive conditions in Spain are available with average production per lactation of 405 l/lactation and lactation lengths of 175 days being published by the COVAP producers Association, as well as data of 304kg milk/lactation standardized to 160d long lactations coming from AELSA. However above these data, we have no information about standardized objective index and parameter values, nor management indications adapted to this breed.

Therefore, we aimed with this study to begin filling the knowledge gaps detected, with a mainly practical approach, based on the use of the enormous amount of available reproductive and productive data delivered daily from a commercial Lacaune dairy sheep farm.

Since the study has been performed at a farm with a highly intensive production system, farm management practices can be considered representative of other Lacaune farms outside the Roquefort Designation of Origin and they are similar to management practices for many other dairy sheep breeds under intensive management. Therefore, we expect our results to be relevant to most intensive dairy sheep farms around the world.

The basic goal at any production system is to minimize non-producing days of each animal throughout its productive life. In the case of a dairy sheep farm, the objective will be minimizing the number of non-milking days per ewe per life. These unproductive non-milking days are mainly determined by the reproductive rhythm. Hence, we focused our work in this was the, trying to describe ideal rates and parameters, as well as trying to find the ideal index values for intensive Lacaune dairy sheep production systems. Therefore, the overall objective of the experimental work described in this PhD-thesis consisted of exploration and determination of objective values of the most decisive index in production medicine in dairy sheep under intensive conditions as well as the optimal management protocol during the dry period of this breed. These values will affect the economic efficiency of these intensive sheep farming systems. Specifically, we propose the following specific objectives, described in each one of the chapters of this manuscript: a) determination of the optimal age at first lambing (AFL) that induces the greatest overall productivity in the herd; b) determination of the optimal length of the dry period; c) study of the idoneity of an antibiotic dry therapy systematically applied to all the flock.

Given the scarcity of available scientific evidences, we designed several experiments, based on the processing and interpretation of individual information collected from the sheep production system of our farm. First we addressed the question of the optimal age at first lambing (AFL), leading to the first published paper. We studied the effect of age at first lambing (AFL) on the performance of Lacaune sheep under intensive management conditions. Records from 3088 maiden sheep were classified into four experimental groups: group E (early) ewes with AFL less than 13 months of life; group M (middle) with AFL of 13-14 m of life; group L (late) with AFL of 15-16m of life; and group A (aged) with AFL of more than 17 months of life. The main conclusion after assessing the impact of the AFL on productivity in different lactations, on the calving intervals and on the longevity, is that the AFL should ideally be framed in an optimum range of 13 to 14 months of age (390 to 450 days), being the better the closer we get to the 390 days. Ewes with AFL earlier than 390 d or later than 450 d are likely to have a shorter productive life and a lower lifetime milk production. We specifically observed that a lower AFL than 13 months negatively impacted production (albeit slightly).

The second chapter of this work addressed the effects of the dry period length (DPL) on the performance of Lacaune sheep under intensive management. This interval, i.e. the DPL can be considered a parameter located between production and reproduction. We recorded 8136 lactations from 4220 ewes, and data from a total of 6762 complete

lactations 1–4 were included in the study. Similarly to the previous experiment, groups of animals were compared, based on the length of the period prior to the start of the next lactation. P-DPL was classified into five intervals: very short (P-DPL-XS), 1–30 d; short (P-DPL-S), 31–60 d; medium (P-DPL-M), 61–90 d; long (P-DPL-L), 91–120 d; and very long (P-DPL-XL), >120 d. The influence of previous-DPL (P-DPL), or the length of the period prior to the start of the next lactation was demonstrated, to be affecting productive results in the next lactations. P-DPL positively correlated with lambing-to-next conception interval for lactations 1–4. The interval lambing to next lambing was significantly shorter for P-DPLs that were very short, short, or long than for groups with very long or medium P-DPLs. Moreover, P-DPLs that were very short, long, or very long were associated with the lowest milk yields. These yields were significantly lower than the yields for short and medium P-DPLs when averages of lactations 1–4 were analysed. These results indicate that lactations with larger milk yield are followed by a shorter dry period, and that a dry period of 30–90 d leads to larger yields in the next lactation. The best interval from lambing to next lambing was associated with the shortest Previous-DPL. Hence, 30–60 d should be the optimal dry period length for Lacaune sheep under intensive conditions, and again, the interval should be as close as possible to the lower limit of the range (30d).

The third chapter of this PhD-Thesis includes the study of the effects of routine antibiotic therapy in intramammary drying on productive performance and health of Lacaune sheep under intensive management. This topic is a very current theme in the dairy cow. In this species this therapy has been fully implanted since more than 30 years. Now it is being questioned the systemic dry-off therapy when compared to a more rational use of antibiotics in animal production. Still, it is undeniable that a high level of somatic cells in milk reflects a high level of intramammary infections with the consequent loss of production and animal welfare implications. To clarify these issues, we recorded data for 5981 complete lactation periods that followed a dry period. A total of 2402 lactation periods were preceded by a dry period involving intramammary administration of 300 mg of cephapirin benzathine (antibiotic group) and 3579 lactation periods were preceded by dry periods with no treatment (control group). The following on-farm yield data were collected for individual lactation periods: length of the subsequent lactation period; total milk yield per lactation period; daily milk yield and length of the subsequent dry period. Data on confounding factors that might affect productivity were also recorded, including the individual ewe, number of lactation periods and length of the previous dry period. Milk quality was assessed using data on somatic cell count (SCC) and content of protein

and fat taken from the Spanish National Official Milk Yield Recording System. Antibiotic dry therapy significantly improved total yield per lactation period, as well as the daily milk yield. The initial dry period was significantly longer in the antibiotic group than in the control group, and dry period length correlated inversely with yield variables such as total yield per lactation period and yield per day in milk. As a result, milk yield records systematically underestimated the positive effects of antibiotic dry therapy. Antibiotic dry therapy also significantly improved milk quality. Milk from the antibiotic group showed 50% lower SCC and slightly higher content in fat and protein. These findings suggest that an antibiotic dry therapy can be effective in improving health and productivity of Lacaune dairy sheep, but also and probably other dairy sheep breeds under similar production conditions of intensive management.

As a final thought, apart from the great value of the concrete results and the conclusions drawn from the numerical evidences in each concrete aspect of the production medicine, we should take account of the fact that productive systems are dynamic. It is of utmost relevance to keep learning; continuously analyzing the results and critically evaluating situations, as any scheme of work in herd health medicine says. Nothing is permanent in time. In addition, and on the other hand, we cannot forget that the criteria for the organization and planning of the human labor at the farms always take precedence over technical criteria. The overall planning of the operation (based on reproductive planning) and distribution of the workforce, are one of the keys to successful intensification. Optimizing work planning requires uniformity of production throughout the year to succeed in the overall planning and this human-planning will be a priority in those cases of conflict or controversy related to other kind of parameters. Finally, noting the social relevance that sustainable farms means. Intensive production and increasing farm size of dairy sheep facilitate the improvement of working conditions and the incorporation of women into the workforce in rural areas. Therefore, all the information provided for the improvement of this sector, as that described in this PhD-thesis, is of relevance, more indeed at the social field than at the purely economic field of the animal production.

**ÍNDICE**



## ÍNDICE

RESUMEN .....	17
SUMMARY .....	23
1. INTRODUCCIÓN .....	39
1.1. EL SECTOR OVINO: IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA .....	39
1.2. PRINCIPALES RAZAS DE OVINO LECHERO EN ESPAÑA .....	47
1.3. SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUCCIÓN: PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS .....	56
1.3.1. <i>Justificación de los sistemas productivos intensivos</i> .....	56
1.3.2. <i>Evaluación de la productividad en producción animal: índices y parámetros técnicos</i> .....	58
1.3.3. <i>Principales índices técnicos en los rumiantes</i> .....	60
1.3.4. <i>Gestión de recursos de personal</i> .....	72
1.3.5. <i>Índices económicos</i> .....	72
1.4. FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCTIVIDAD DE LA OVEJA LECHERA DE RAZA LACAUNE, Y POR LO TANTO, A LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS .....	76
1.4.1. <i>Factores INDIVIDUALES</i> .....	77
1.4.2. <i>Factores AMBIENTALES</i> .....	84
1.4.2.1. <i>Alimentación</i> .....	84
1.4.2.2. <i>Peso y reservas corporales</i> .....	85
1.4.2.3. <i>El ordeño</i> .....	88
1.4.2.4. <i>Características de las instalaciones</i> .....	90
1.4.2.5. <i>Estado sanitario</i> .....	91
1.5. MANEJO REPRODUCTIVO .....	95
1.5.1. <i>Edad al primer parto (EPP)</i> .....	96
1.5.2. <i>Intervalo entre partos y efecto de la gestación</i> .....	99
1.5.3. <i>Longitud del periodo seco</i> .....	100
2. JUSTIFICACIÓN .....	105
3. OBJETIVOS .....	109

<b>3.1. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>109</b>
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>109</b>
<b>4. ESTUDIOS DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS BÁSICOS DE LA RAZA OVINA LACAUNE LECHERA EN CONDICIONES INTENSIVAS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>111</b>
<b>CAPÍTULO 1: INFLUENCIA DE LA EDAD AL PRIMER PARTO SOBRE EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO Y PRODUCTIVO DE LA OVEJA LACAUNE BAJO UN SISTEMA DE MANEJO INTENSIVO</b>	<b>113</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>113</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>117</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>119</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>121</b>
<b>CAPÍTULO 2: INFLUENCIA DE LA DURACIÓN DEL PERIODO SECO SOBRE EL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LAS OVEJAS LECHERAS DE RAZA LACAUNE BAJO UN SISTEMA DE MANEJO INTENSIVO</b>	<b>123</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>123</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>127</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>129</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>134</b>
<b>CAPÍTULO 3: EFECTOS DEL TRATAMIENTO DE SECADO CON ANTIBIÓTICOS INTRAMAMARIOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE OVEJAS LECHERAS DE RAZA LACAUNE EN EXPLOTACIONES INTENSIVAS</b>	<b>135</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>135</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>138</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>140</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>142</b>
<b>5. DISCUSIÓN GLOBAL DE RESULTADOS</b>	<b>145</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>157</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>161</b>
<b>8. ARTÍCULOS PUBLICADOS (ANEXO I)</b>	<b>179</b>
<b>9. ARTÍCULOS Y TRABAJOS RELACIONADOS (ANEXO II)</b>	<b>209</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de la producción mundial de leche en millones de toneladas de las distintas especies productoras (FAOSTAT, 2014) .....	39
Tabla 2. Producción en millones de toneladas de las distintas especies productoras de leche en los distintos continentes en el año 2012 (FAOSTAT, 2014) .....	40
Tabla 3. Evolución de la producción de leche de oveja en miles de toneladas en los principales países productores de la UE (FAOSTAT, 2014) .....	41
Tabla 4. Clasificación de los principales grupos raciales ovinos lecheros en relación con su origen, tamaño y nivel productivo (Buxadé, 1996) .....	47
Tabla 5. Características productivas de la raza Lacaune bajo las condiciones productivas de distintos países .....	51
Tabla 6. Explotaciones españolas de Lacaune incluidas en el programa de control lechero oficial: censo y resultados de las lactaciones completadas entre octubre de 2009 y septiembre de 2010 .....	55
Tabla 7. Parámetros recomendados para medir la evolución de un rebaño de ovino de carne (Phythian et al., 2014) .....	64
Tabla 8. Análisis de los parámetros técnico productivos en explotaciones de ovino lechero de Castilla y León entre 2001-2010 (Rodríguez Ruiz, 2013) .....	67
Tabla 9. Índices y parámetros técnicos en vacuno, ejemplo ReproGTV (Galí, 2015) .....	69
Tabla 10. Análisis de los índices de rentabilidad según los sistemas de explotación en intensivo .....	74



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la producción de leche de ovino en España (FAOSTAT, 2014) .....	43
Figura 2. Ficha de registro de datos del programa de gestión técnico económica G10 (Gutiérrez et al., 2015) .....	65
Figura 3. Ejemplo de seguimiento de los índices en una explotación de vacuno lechero con ReproGTV .....	71
Figura 4. Objetivo de condición corporal (CC) a lo largo del ciclo productivo de las ovejas lecheras (Cannas, 2004b) en base a INRA (INRA, 1988) .....	86



## **INTRODUCCIÓN**



## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. El sector ovino: importancia socioeconómica**

La producción mundial de leche está en continuo crecimiento (tabla 1). Dicho incremento se debe en parte al crecimiento de la población y en parte al mayor consumo de leche total por habitante. Según los últimos datos oficiales de la FAO (FAOSTAT, 2014), se estima una producción total aproximada de 753 millones de toneladas métricas (Tm), siendo cinco las principales especies productoras: vaca, búfala, cabra, oveja y camella.

El subsector ovino lechero, a pesar de tener poco impacto como proveedor de leche a nivel mundial, ya que sólo representa el 1,7% de la producción láctea, tiene una gran importancia cualitativa debido a su repercusión social (fijación de población rural, conservación medioambiental, etc.) y al hecho de ser la base para la elaboración de productos de alta calidad circunscritos a ciertas regiones que contribuyen notablemente al desarrollo económico (Buxadé, 1996). De hecho, la importancia del sector ovino varía entre continentes y países según las necesidades y condiciones particulares de cada lugar.

Tabla 1. Evolución de la producción mundial de leche en millones de toneladas de las distintas especies productoras (FAOSTAT, 2014)

	<b>2003</b>	<b>2005</b>	<b>2007</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>Leche de vaca</b>	519,79	546,19	575,02	591,60	612,77	625,75
<b>Leche de búfala</b>	73,50	78,78	84,28	88,33	95,67	97,42
<b>Leche de cabra</b>	14,35	15,08	15,99	16,52	17,69	17,84
<b>Leche de oveja</b>	8,65	9,02	9,20	9,49	9,93	10,12
<b>Leche de camella</b>	1,81	1,81	2,51	2,75	2,91	2,78
<b>Leche Total</b>	<b>618,10</b>	<b>650,88</b>	<b>687,01</b>	<b>708,69</b>	<b>738,97</b>	<b>753,91</b>

La distribución mundial no es nada homogénea, sino que se encuentra concentrada en determinadas regiones. Las antiguas vías de difusión de los rebaños y los factores socioeconómicos han marcado la actual localización geográfica de la producción de leche de oveja en el mundo. Así, los sistemas de producción de leche ovina son propios de

algunas áreas como Asia interior, Oriente Próximo y el área mediterránea, donde el ganado ovino cuenta con una especial valoración y tradición productiva (Caja and Such, 1991; Buxadé, 1996). De hecho, en Europa cabe destacar cómo importantes quesos se elaboran a partir de leche de oveja, como el queso Manchego en España, el Roquefort en Francia o el Pecorino en Italia. Además, otra parte de la producción ovina lechera se destina al sector industrial para la transformación en productos derivados, no diferenciados, como el yogur, la cuajada, la mantequilla y el queso mezcla (Sánchez-Rodríguez, 2011).

El ganado ovino cuenta con un censo global de aproximadamente 718 millones de cabezas, de los cuales alrededor de 217 se corresponden con ovejas de leche (FAOSTAT, 2014). Se estima, por tanto, que como mínimo una de cada cuatro ovejas existentes en el mundo se ordeña total o parcialmente durante la lactación (Buxadé, 1996). Tal y como podemos ver en la tabla 2, la mayor parte de la producción lechera ovina tiene lugar en Asia (46% de la leche ovina a nivel mundial), seguida por África (23% de la producción mundial de leche y 34% del censo ovino lechero mundial) y Europa, que si bien cuenta sólo con un 14,3% del censo mundial de ovino lechero, dadas sus elevadas producciones medias individuales, aporta un 29% de la producción láctea a nivel mundial (FAOSTAT, 2014).

Tabla 2. Producción en millones de toneladas de las distintas especies productoras de leche en los distintos continentes en el año 2012 (FAOSTAT, 2014)

<b>Continente</b>	<b>Vaca</b>	<b>Oveja</b>	<b>Cabra</b>	<b>Búfala</b>	<b>Camella</b>
África	34,31	2,34	4,31	2,65	2,59
América	181,74	0,04	0,59		
Asia	169,77	4,73	10,41	94,57	0,19
Europa	210,34	3,02	2,54	0,20	0,00007
Oceanía	29,60		0,00005		
<b>TOTAL</b>	<b>625,75</b>	<b>10,12</b>	<b>17,85</b>	<b>97,42</b>	<b>2,79</b>

Dentro del continente europeo, la Unión Europea produce cerca del 30% de toda la leche de oveja del mundo, suponiendo el 93% de la producción de Europa (FAOSTAT, 2014). Dentro de la UE la producción de leche de oveja no ha parado de crecer desde 1980, pasando de poco más de 2.300 millones de litros en ese año a superar los 2.790 millones de litros en 2012, lo que supone un incremento cercano al 20% (tabla 3). Esta evolución se debe tanto al aumento de la población, como al aumento del consumo de quesos de calidad y de las exportaciones a terceros países (Sánchez-Rodríguez, 2011).

### Situación del ganado ovino en la UE

La producción de leche de oveja en la UE se centra en el área mediterránea y del mar Negro, siendo sólo testimonial en el resto de su geografía. Destacan como principales países productores Grecia, Rumanía, España, Italia y Francia, en este orden (tabla 3). La evolución en estos países durante los últimos años no ha sido uniforme, habiéndose incrementado en Grecia, España, Rumanía, Francia y Portugal, mientras que ha descendido en Italia y Bulgaria, y se ha desplomado en Hungría y Polonia.

Tabla 3. Evolución de la producción de leche de oveja en miles de toneladas en los principales países productores de la UE (FAOSTAT, 2014)

<b>Países</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2012</b>
Grecia	571,85	673,52	743,24	699,50
Rumanía	347,80	403,90	320,80	650,09
España	197,33	329,91	392,04	552,51
Italia	607,60	663,40	741,90	406,17
Francia	142,60	240,32	253,91	274,68
Bulgaria	299,18	272,11	96,65	87,40
Portugal	85,19	91,25	103,93	71,48
Austria	3,30	4,90	7,38	10,64
Eslovaquia	0	0	11,17	10,00
República Checa	0	0	1,20	2,60
Malta	0,55	0,44	2,00	1,70
Hungría	45,13	4,87	3,20	1,60
Eslovenia	0	0	0,37	0,61
Polonia	7,90	7,24	1,03	0,48
<b>TOTAL</b>	<b>2.308,43</b>	<b>2.691,86</b>	<b>2.678,82</b>	<b>2.769,46</b>

Un hecho fehaciente son las marcadas diferencias de sistemas productivos entre estos países. Francia es el país con los sistemas más productivos y estructurados, produciendo 170 litros de media por oveja y año, en zonas geográficas concretas y para productos tipificados y de alto valor. En el otro extremo se encuentran Grecia y Rumanía, con sistemas de producción extensivos y poco especializados (75 litros/oveja/año), donde la mayoría de las ovejas se ordeñan ocasionalmente para la elaboración de productos locales (en muchos sistemas de producción griegos se ordeñan juntas ovejas y cabras). Finalmente, en una situación intermedia se encuentran España (110 litros/oveja/año) e Italia (90 litros/oveja/año), donde conviven aún sistemas tradicionales con otros ya intensificados (Sánchez-Rodríguez, 2011).

### **Situación del ganado ovino en España**

Las primeras referencias a ovinos, con una antigüedad de 3.700 años, se localizan en los grabados murales del Valle de las Batuecas de Salamanca, y está documentado el alto valor que tenía, ya en la época de los fenicios y romanos, la lana procedente de las ovejas de nuestra península (Cambero Muñoz, 1999). Según diversos datos históricos recopilados (Daza-Andrada, 2002), el censo ovino español ocupó desde la Alta Edad Media un lugar destacado en el contexto europeo, siendo el máximo productor y exportador de lana fina desde finales del siglo XIII hasta la segunda mitad del siglo XIX. Posteriormente, el censo se fue reduciendo drásticamente debido a factores políticos, sociológicos, técnicos y comerciales (Daza-Andrada, 2002). Ya mucho más recientemente, la entrada en la Unión Europea desencadenó un incremento censal progresivo, dadas las prometedoras expectativas comerciales (Sánchez-Rodríguez, 2011).

Actualmente, en nuestro país, existen 2,85 millones de ovejas lecheras (21% del total del censo ovino) repartidas en explotaciones de tamaño medio, la mayoría de ellas de tipo familiar. La producción de leche se ha incrementado en más de un 50% en las dos últimas décadas hasta los 550 millones de litros actuales (FAOSTAT, 2014).

El incremento de producción de leche de oveja acontecido en los últimos años (figura 1) se debe a varias causas según diversos autores (Caja y de Rancourt, 2002):

- La demanda creciente de productos de leche de oveja (quesos, cuajadas y yogures, principalmente) con el consecuente incremento del precio de la leche, especialmente en las regiones con Denominación de Origen Protegida (D.O.P.)
- La crisis del ovino de carne, con largos periodos de precios de cordero muy reducidos, junto con la limitación de las superficies de pastoreo
- Las medidas europeas de regulación de la producción de la leche de vaca (que no de la de ovino) ha podido llevar a la reconversión de ganaderos en ciertas regiones lecheras
- La disponibilidad de reproductores de alto potencial productivo a precios asequibles, principalmente corderas de raza Lacaune, y la difusión de las razas Awassi y Assaf
- La generalización del ordeño mecánico
- El desarrollo de sistemas intensivos de producción y alimentación, con las consecuentes mejoras laborales y económicas

## Producción de leche de ovino en España

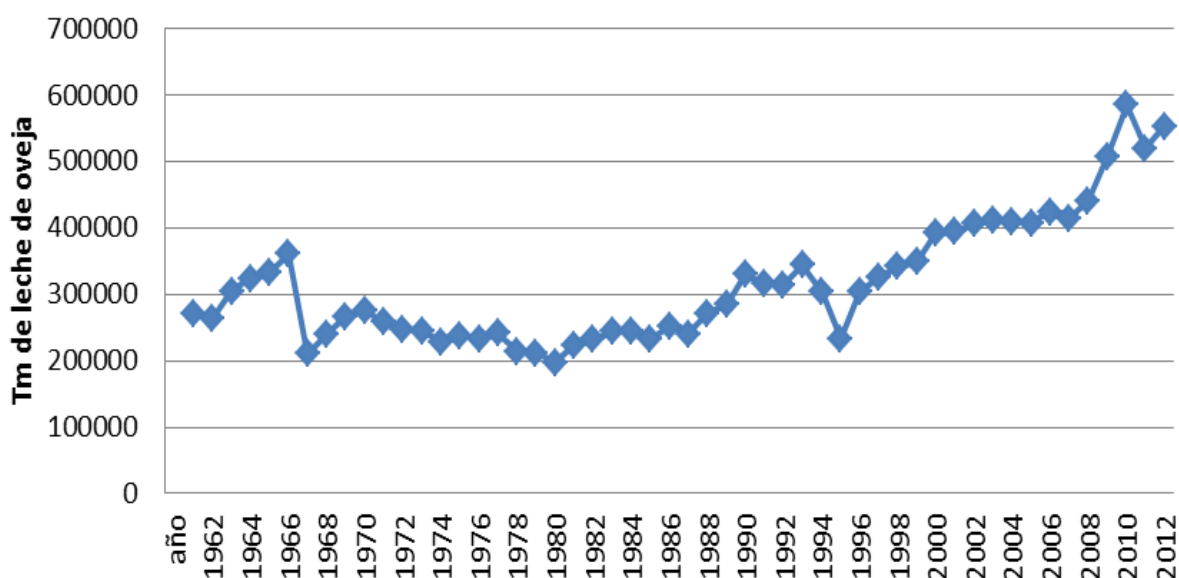


Figura 1. Evolución de la producción de leche de ovino en España (FAOSTAT, 2014)

Respecto a la distribución geográfica de la producción española, tal y como podemos apreciar en la figura 1, ésta está muy centralizada en ciertas regiones; así, el 91% de la leche de oveja se produce en Castilla y León y Castilla-La Mancha, y el otro 9% restante entre País Vasco, Navarra, Madrid, Extremadura y Andalucía (INE, 2010).

La base de esta creciente producción es la elaboración de quesos de calidad. En 2013 de los 579 millones de litros de leche de oveja que se producían el 94,3% se entregaba a la industria láctea para la elaboración de quesos puros y quesos de mezcla, mientras que el 5,7% era utilizado para la elaboración de quesos artesanales y consumo directo. Hay que observar que los quesos producidos en D.O.P. emplean 70 millones de litros (un 12,1% de la leche producida; MAGRAMA, 2013)

Dentro de las explotaciones de ovino lechero que entregan su producción a la industria contamos con dos grupos muy diferenciados. Por un lado, explotaciones con un sistema de producción tradicional que utilizan en su mayoría razas autóctonas explotadas en sistemas semi-intensivos para la producción de corderos y de quesos muy apreciados en el mercado nacional e internacional (Caja y de Rancourt, 2002). Estos productos tradicionales son, en la mayoría de los casos, vendidos bajo etiquetas de D.O.P. en el caso de los quesos o de indicación geográfica protegida en los corderos.

Por otro lado están las explotaciones con sistemas de producción más intensificados que emplean razas foráneas con grandes producciones de leche por oveja, para aumentar la productividad.

A lo largo de estas últimas décadas, este escenario de demanda creciente de productos lácteos de oveja y de incremento de los costes de producción ha llevado al sector ovino lechero a repetidas crisis de crecimiento, que han originado diferentes reestructuraciones en los sistemas dirigidas más o menos linealmente a una intensificación creciente, de manera semejante a lo ocurrido tiempo atrás en el vacuno lechero, para intentar reducir costes de producción (Milan *et al.*, 2011). Otro factor que ha favorecido la intensificación de las explotaciones es la estacionalidad de la producción semi-extensiva, con máximas

producciones en primavera (abril-junio) y mínimas en otoño e invierno, fenómeno no deseado por la industria a la que le interesa una producción uniforme. Esta estacionalidad penaliza principalmente a las explotaciones que no forman parte de las D.O.P. y que no cuentan con un valor añadido de la leche producida ni con normas determinadas, asociadas a las mismas (razas, sistemas productivos, etc.). Por lo tanto, para este tipo de explotaciones la intensificación ha supuesto una forma de posibilitar la sostenibilidad económica a largo plazo. Un ejemplo claro de esta reestructuración hacia la intensificación se encuentra en la comunidad de Castilla y León, donde se concentra el 65% del censo de ovejas lecheras de España con sólo una D.O.P.: “Queso Zamorano”, realmente, poco difundida (Sánchez-Rodríguez, 2011). En la actualidad, Castilla y León cuenta con un censo de 1.800.000 ovejas de ordeño que producen más de 310 millones de litros de leche (124 millones en 2001), repartidas en 10.255 explotaciones que cuentan en más del 90% de los casos con ordeño mecánico (INE, 2010). Los rebaños tienen un tamaño medio de unas 400 ovejas, con una productividad media de 218 litros/oveja/año (138 litros en 1993).

La base racial ha evolucionado también paralelamente a los sistemas. Dado que nuestras razas autóctonas, a pesar de estar bien adaptadas a las condiciones ambientales, presentan una producción lechera reducida y también escasa adaptación al ordeño mecánico, se han introducido razas foráneas de alta producción, siendo las razas Awassi, Assaf y Lacaune las más populares (Caja y de Rancourt, 2002). Por lo tanto, hoy por hoy, existen unas 500.000 reproductoras de razas autóctonas (fundamentalmente Churra, pero también Castellana), mientras que la mayor parte del censo ovino lechero reproductor (aproximadamente 750.000 reproductoras) pertenece a las razas Assaf, Awassi y sus cruces (Sánchez-Rodríguez, 2011).

Respecto a las perspectivas del ganado ovino lechero en España (Sánchez Rodríguez, 2011), no existe Política Agraria Comunitaria (PAC) propia específica (aunque si se han puesto en marcha ayudas a la vulnerabilidad), estando acogido a la Organización Común de Mercados (O.C.M.) del ovino y caprino en general, sin una regulación de la producción y del mercado de la leche, por lo que depende exclusivamente de la ley de la oferta y la demanda. Es decir, el subsector depende en gran medida de su propia dinámica de desarrollo y de la demanda generada de quesos de calidad.

Según algunos autores (Sánchez Rodríguez, 2011), en cuanto a las perspectivas del sector sería muy importante progresar en los siguientes ámbitos:

- Aumento del tamaño de las explotaciones y modernización de las mismas
- Mejora de la sanidad de los rebaños (, scrapie, maedi-visna, paratuberculosis, agalaxia contagiosa, mastitis...)
- Mejora y optimización de los sistemas de alimentación
- Desarrollo de programas de mejora genética que aumenten la competitividad de las explotaciones
- Mejora y optimización del manejo reproductivo para desestacionalizar la producción
- Influir en el mercado promocionando la demanda de los quesos de calidad
- Creación de una Organización Interprofesional de Ovino Lechero que agrupe a los ganaderos, al sector industrial y a la distribución para trabajar conjuntamente por los intereses del sector

## 1.2. Principales razas de ovino lechero en España

Las ovejas lecheras pertenecen al mismo género y especie (*Ovis aries*) que aquéllas destinadas a la producción de carne y lana (Sánchez Rodríguez, 2011), existiendo una gran diversidad de razas en contraposición a lo que ocurre con la especie bovina. Esto se debe, en parte, a la variedad de los sistemas productivos y a la fuerte dependencia del medio donde se explotan (Buxadé, 1996). Sin embargo, unas pocas razas se han ido seleccionando a lo largo del tiempo, logrando producciones individuales excepcionales, como es el caso de la raza Milchschaf (también llamada East Friesian) de Alemania, la Lacaune de Francia, la Sarda de Italia, la Chios de Grecia, la British Milkshoop de Gran Bretaña, la Manchega, Latxa y Churra en España, o las razas Awassi y Assaf de Israel. Estas razas producen, en general, entre 182 y 600 kg de leche por oveja y lactación.

Tabla 4. Clasificación de los principales grupos raciales ovinos lecheros en relación con su origen, tamaño y nivel productivo (Buxadé, 1996)

Grupo racial y origen geográfico	Potencial productivo (litros)		
	Alto (>200)	Medio (60-200)	Bajo (<60)
De cola grasa y lana basta. Asia	Assaf y Awassi (G).	Chipriota (M)	Arabi (M) Karaman (P)
Lana basta. Europa central		Karagouniko, Pramenca, Plevén, Stara Zagora (M)	Karakachan, Kivercik, Ruda (M) Y Zackel, Tsigai (P)
Lana basta. Mediterráneo occidental	Sarda, Chios (M).	Comisana, Churra, Carranzana, Latxa, Manech (M) Y Corsa, Kymi, Leccese, Skopelos (P)	Bordaleiro, Mytileni, Silicosarda (M)
Lana fina y entrefina. Mediterráneo occidental	Lacaune y Milchschaf (G).	Castellana, Manchega (M). Serra Da Estrela, Massese, Saloia (P)	Merina, Talaverana (M). Sopravissana (P)

Las letras indican el tamaño medio de las hembras (G) grande >60kg, (M) medio 45-60kg y (P) pequeño <45kg

En España, la producción de ovino lechero se basó inicialmente en razas autóctonas muy bien adaptadas a sus respectivas zonas de origen. Éste es el caso de la raza Manchega en Castilla-La Mancha, las razas Churra y Castellana en Castilla y León o las razas Latxa y

Carranzana en el País Vasco y Navarra, respectivamente (Ugarte *et al.*, 2002). No obstante, la indiscutible superioridad productiva de las razas foráneas ha llevado a introducir sistemas de producción intensivos con dichas razas y sus cruces con nuestras razas autóctonas (Ugarte *et al.*, 2002). De hecho, se calcula que actualmente en España el 45% del ovino de leche está representado por razas foráneas y sus cruces (Ugarte *et al.*, 2001). De éstas, las más ampliamente representadas en nuestro país son las razas Assaf y Lacaune, que pasamos a revisar brevemente en los siguientes apartados.

## **RAZA ASSAF**

La raza Assaf, obtenida en Israel por cruzamiento de Awassi con Milchschaf (originaria de Alemania), contiene en su patrimonio genético 5/8 de Awassi y 3/8 de Milchschaf. En España, la raza Assaf se introdujo en 1977 (Ugarte *et al.*, 2001). A partir de ella y mediante el cruce con razas locales, principalmente Castellana y Manchega, y en menor medida Churra, se produjo la raza Assaf española (Milan *et al.*, 2011). Actualmente, los diversos cruces a partir de esta raza suponen en España unas 900.000 ovejas (Milan *et al.*, 2011).

La raza Assaf española presenta una elevada producción lechera, con lactaciones medias prolongadas que alcanzan los 210 días y más, con aceptable adaptación al ordeño mecánico. La producción media normalizada de Castilla y León en 2013 en controles oficiales a 100/120 días de lactación (primíparas /multíparas) fue de 272,06 litros, con una composición media de la leche de 5,67% de grasa y 4,9% de proteína, las producciones medias en lactación natural fueron de 429 litros en 210 días. (Informe UAGCYL 2013).

## **RAZA LACAUNE**

Es una raza de origen francés presente en nuestro país desde finales de los años 80, introducida ante la necesidad general de incrementar la producción por animal en las explotaciones de ovino lechero (FEAGAS, 2011). Esta oveja se forma por la fusión de diferentes tipos o razas locales y toma su nombre de los montes Lacaune. El morfotipo es parecido al de nuestra Manchega, aunque con las patas más cortas y perfil cefálico menos convexo. La principal utilidad es como productora de leche, con la que se fabrica el famoso queso Roquefort (Sánchez Belda y Sánchez Trujillano, 1979). Se trata de una raza de mayor rusticidad que la Assaf, bastante precoz (primera cubrición a los 8-11 meses). La producción media normalizada de Castilla y León en 2013 en controles oficiales a 100/120

días de lactación (primiparas /multiparas) fue de 273,97 litros, con una composición media de la leche de 6.26% de grasa y 5.17% de proteína, las producciones medias en lactación natural fueron de 354 litros en 159 días. (informe UAGCYL 2013). Con muy buena adaptación al ordeño mecánico (Acero Adámez, 2009); por lo que en los últimos años, esta raza ha ganado protagonismo en diversas regiones de España.

La raza Lacaune destaca por su rusticidad y su alta producción lechera (FEAGAS, 2011). En los años 60 la situación de las queserías francesas era preocupante, debido a que a pesar del incremento de la demanda del mercado la producción estaba estancada en alrededor de 57 millones de litros de leche (Barillet *et al.*, 2001). Dado que uno de los principales motivos se hallaba en la escasa producción láctea individual de los animales, la asociación de productores, junto a las queserías y el Instituto Francés de Investigación Agraria (INRA), trabajaron unidos para incrementar la producción y eficiencia de ordeño de la raza Lacaune (Barillet *et al.*, 2001), sometiéndola desde entonces a un riguroso esquema de selección sobre una amplia base inicial de animales (cerca de un millón de ovejas en control lechero oficial), e introduciendo la inseminación artificial con machos jóvenes en prueba y moruecos mejorantes.

Tras más de 30 años con este programa de mejora, se han llegado a obtener animales con un excelente nivel productivo para sus sistemas de producción y con unas ubres perfectamente adaptadas al ordeño mecánico (Barillet *et al.*, 2001 (FEAGAS, 2011)). En concreto, la media productiva se incrementó de 80 litros en 135 días en los años 60 a 270 litros en 165 días en 1999. Además, debemos apuntar que esta producción se refiere sólo al periodo de ordeño de la oveja, sin estimar la leche producida durante el amamantamiento de los corderos, ya que estos datos son de la raza explotada siguiendo las recomendaciones de ICAR para razas bajo sistema de producción tradicional (ICAR, 1992). Así pues, la lactación completa podría estimarse en torno a los 350 litros (Barillet *et al.*, 2001).

En Francia, la denominada Cuenca del Roquefort contaba en 1999 con 800.000 ovejas de raza Lacaune en 2.517 ganaderías que producían 178,3 millones de litros de leche anuales (Barillet *et al.*, 2001), lo que representaba el 76% de la producción total de leche de oveja en Francia (234 millones de litros) (Barillet *et al.*, 2001). En el año 2005, la asociación UPRA Lacaune estimó un efectivo de 840.000 ovejas de raza Lacaune (157.886 inscritas en el libro genealógico de la raza y 661.359 sometidas a control lechero oficial), en unas 2.300 explotaciones (400 inscritas en el libro genealógico y 1.900 en control lechero) con un

tamaño medio de 348 animales, y una producción media de 283 l estandarizada a 160 días (UPRA Lacaune, 2005).

Toda esta producción se destina a la fabricación del queso D.O.P. Roquefort, cuyo Consejo Regulador controla de forma rigurosa todo el proceso de producción (AGRP0001838D, 2001). Esta D.O.P. es emblemática a nivel mundial en el sector de los quesos de calidad (Barillet *et al.*, 2001) y sólo permite la leche procedente de ovejas de la raza Lacaune manejadas de forma tradicional. Esto quiere decir que la alimentación debe ser a base de hierba, forraje y cereales procedentes, al menos en tres cuartas partes, de la región geográfica protegida. La estabulación permanente o “hors sol” está prohibida, siendo obligatorio el pastoreo diario en el periodo en que haya disponibilidad de hierba y las condiciones climáticas lo permitan. El manejo reproductivo es con un parto/oveja y año, debiendo ser el parto “desestacionalizado”, esto es, con partos distribuidos entre octubre y enero en ovejas adultas, tras los cuales los corderos deben ser amamantados por su madre durante 30 días (no se puede entregar leche para fabricación de queso antes del día 20 después del parto). Tras el destete, las ovejas se ordeñan hasta julio o agosto, momento en que las fábricas paralizan la producción hasta la siguiente estación (Barillet *et al.*, 2001).

Desde 1992, 17 países han importado de Francia genética de la raza Lacaune a través de la asociación oficial de criadores de ovino de esta raza. Sin embargo, la información procedente de los distintos países, referente al resultado de las mismas, es escasa (Barillet *et al.*, 2001). Regli, en 1999, describió la producción de la raza en Suiza y Canadá bajo distintas condiciones de manejo (Regli, 1999). Por otro lado, en España se evaluó la raza en estudios experimentales sobre la capacidad de ordeño comparándola con la raza manchega (Such *et al.*, 1998). También existen datos publicados por grupos de productores (cooperativa COVAP) sobre la optimización de parámetros productivos en la raza Lacaune (Gil *et al.*, 2003; Infocarne, 2011). Además, recientemente, la Asociación Española de Lacaune (AESLA) ha divulgado los resultados obtenidos en 59 explotaciones de distintas comunidades autónomas (CC.AA.) sometidas a control lechero oficial entre octubre de 2009 y septiembre de 2010 (Disposición 13976 del BOE núm. 198 de 2011), entre las que se incluye nuestra explotación objeto de estudio (Granja Cerromonte), como se puede ver en detalle en la tabla 5.

Tabla 5. Características productivas de la raza Lacaune bajo las condiciones productivas de distintos países

País	Producción (litros)	Días en lactación	Días en ordeño
Francia			
UPRA Lacaune <sup>a</sup> (Barillet <i>et al.</i> , 2001)	218-271 <sup>a</sup>	175-204	145-174
UPRA Lacaune <sup>a</sup> (UPRALacaune, 2005)	283	160	160
Suiza			
Asociación de Productores de ovino Suiza (Regli, 1999)	350-412	250-260	250-260
Canadá <sup>a</sup> (Regli, 1999)	330-392	262-283	220-241
España			
AESLA (Disposición 13976 del BOE núm. 198 de 2011)	283-359	160	160
COVAP (Infocarne, 2011)	350-378	150-180	150-180
(Hernandez <i>et al.</i> , 2011)	448	238	238

<sup>a</sup> Leche ordeñada sin incluir amamantamiento del cordero

En España, la raza Lacaune presenta una buena adaptabilidad a nuestra climatología y nuestros sistemas productivos (FEAGAS, 2011). Actualmente existen importantes núcleos productivos en Andalucía, Castilla-La Mancha, Navarra, Castilla y León y Extremadura. Mientras que en algunas zonas geográficas ligadas tradicionalmente a la producción de ovino lechero, como Castilla-La Mancha y Extremadura, existe una convivencia de la raza Lacaune con razas autóctonas ligadas a determinadas marcas de calidad y mantenidas en explotación extensiva o semi-extensiva, en otras comarcas con menor tradición en ovino lechero, como es el caso concreto del Valle de los Pedroches (Córdoba), se ha introducido este tipo de ganadería con sistemas de explotación intensivos similares a los de vacuno lechero (FEAGAS, 2011).

En Extremadura, la ampliación del mercado y la mayor industrialización en la fabricación de los quesos con D.O.P. Torta del Casar, han propiciado la aparición de sistemas de producción intensificados, capaces de suministrar más leche y de forma continua a lo largo del año. Así, ha surgido un número considerable de explotaciones intensivas de ovejas de

raza Lacaune con el objeto de satisfacer esta demanda de leche. Esta situación es posible, ya que el reglamento de la D.O.P. determina que la leche procederá de ovejas del tronco Merino- entrefino, algo muy ambiguo, que permite la inclusión de la leche procedente de la raza Lacaune.

En Andalucía, en el valle de Los Pedroches, el ovino lechero surgió a finales de la década de los noventa como alternativa a las dificultades del sector vacuno lechero. Esta iniciativa de algunos ganaderos fue tutelada e impulsada por la Cooperativa del Valle de los Pedroches (COVAP), que en la actualidad transforma toda esta leche bajo su propia marca. Las ganaderías de esta zona se basan en sistemas de producción intensivos o semiintensivos con razas lecheras, tanto Assaf como Lacaune. Las explotaciones cuentan con instalaciones modernas y con una gestión de la alimentación y de la reproducción especializada, con utilización generalizada de mezclas completas en alimentación (*unifeed*) y de protocolos de sincronización hormonal para la programación de parideras (Sánchez Rodríguez, 2011). Estas ganaderías obtienen producciones de leche superiores a los 350 litros/oveja y año (Gil *et al.*, 2003). En otras zonas de España existen también algunas ganaderías grandes, dispersas y aisladas, de ovino lechero de raza Lacaune (Sánchez Rodríguez, 2011).

### **Constitución de la Asociación Española de Criadores de Raza Lacaune (AESLA)**

En el año 2007 fue oficialmente reconocida la Asociación Española de Criadores de Raza Lacaune (AESLA) para la gestión del Libro Genealógico de la raza ovina Lacaune en España. La asociación comenzó con el establecimiento del control lechero oficial para la raza, llevado a cabo en siete Centros Autonómicos de Control Lechero, así como con un programa de inseminación artificial con machos de gran calidad genética procedentes de Francia, que se encuentran en depósito en tres centros de sementales distribuidos en las distintas regiones (OVIGEN en Zamora, CENSYRA en Madrid y Ctro. de la diputación en Córdoba).

En el año 2011, el entonces Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM), aprobó el programa de mejora genética de la raza Lacaune (Disposición 13976 del BOE núm. 198 de 2011). El programa de selección pretende aprovechar la mejora que se consigue en el programa francés, reevaluando los recursos genéticos importados en nuestro país bajo condiciones propias de explotación, y evaluando genéticamente la población ya

establecida aquí. De modo que su principal objetivo es evaluar y mejorar las ovejas de raza Lacaune en nuestro país, con el fin de lograr la máxima rentabilidad de cada oveja a lo largo de su vida productiva. Para ello, han establecido unos parámetros para mejorar el morfotipo lechero y lograr una mayor vida productiva, dotándola, por otro lado, de una mayor resistencia frente a las encefalopatías espongiformes transmisibles. En el programa, coordinado por AESLA, participan 51 explotaciones colaboradoras ubicadas en distintas regiones de España, entre las que se encuentra la granja objeto de nuestro estudio, tres centros de reproducción–almacenamiento y testaje (OVIGEN en Zamora, CENSYRA en Madrid y Ctro. de Sementales de Córdoba), un banco de germoplasma (CENSYRA en Madrid), un equipo de recogida de embriones (OVIGEN) y un centro cualificado de genética (MOSEVAR; Dpto. de Producción Animal, UCM). De hecho, en el nuevo Catálogo de Sementales de AESLA se incluyen más de 400 machos valorados genéticamente (AESLA, 2014).

El libro genealógico de la raza Lacaune cuenta en la actualidad con un total de 88.168 animales procedentes de 51 ganaderías activas en el libro, según los datos que refleja el sistema de información ARCA del MAGRAMA. De ese total de animales, 86.778 son hembras, mientras que 1.390 son machos (AESLA, 2014).

La distribución geográfica actual de la raza Lacaune es la siguiente:

- Castilla-La Mancha. 33.951 animales. 20 ganaderías. Provincias: Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo
- Castilla y León. 21.899 animales. 10 ganaderías. Provincias: Ávila, Palencia, Segovia, Valladolid y Zamora
- Andalucía. 14.823 animales. 7 ganaderías. Provincias: Córdoba, Huelva, Jaén y Málaga
- Extremadura. 10.124 animales. 9 ganaderías. Provincias: Badajoz y Cáceres
- Comunidad Valenciana. 5.579 animales. 2 ganaderías. Provincias: Alicante y Valencia
- Comunidad de Madrid. 1.792 animales. 3 ganaderías

## **Producción lechera de la oveja Lacaune en España**

En cuanto a la producción lechera en nuestro país, contamos con algunos datos procedentes de sistemas de producción intensiva. En la cooperativa COVAP se han descrito producciones medias de leche de 405 litros por lactación con lactaciones medias de 175 días de duración y producciones de 350 litros por lactación en lactaciones estandarizadas a 150 días (Gil *et al.*, 2003). Además, AESLA ha presentado recientemente los resultados obtenidos por las distintas explotaciones registradas, en base a los datos de control lechero oficial de la raza entre el 01-10-2009 y el 20-09-2010. En su estudio, en el que se incluyen un total de 36.470 lactaciones completadas procedentes de 59 explotaciones (entre ellas Granja Cerromonte, objeto del presente estudio), han calculado una media de 304 kg de leche por lactación estandarizada a 160 días de ordeño (Disposición 13976 del BOE núm 198 de 2011).

Los resultados de las distintas comunidades autónomas se detallan en la tabla 6. Tal y como podemos observar en dicha tabla, las producciones alcanzadas en gran parte de las CC.AA. son superiores a las registradas en los sistemas típicos de esta raza en su zona de origen, donde describen 275 litros comercializados después del destete en 165 días de lactación (Barillet *et al.*, 2001). No obstante, existe mucha variabilidad entre animales, lo que determina una clara necesidad de establecer un adecuado programa de mejora para homogeneizar la genética y por ende su producción, siendo éste, como ya se ha comentado anteriormente, uno de los principales objetivos de AESLA (FEAGAS, 2011).

La calidad de la leche presenta datos medios del 7,04% de contenido graso y 5,56% de contenido proteico, parámetros muy adecuados para la producción de quesos de calidad. En cuanto a su comportamiento reproductivo, la edad a la primera cubrición se sitúa en torno a los 8-9 meses, con un peso medio de 55-50 kg y una prolificidad media observada de 1,65. El peso vivo medio del cordero al nacimiento es de 2,5-3 kg. La edad y peso al sacrificio bien puede ser como lechal, con algo menos de un mes de vida y 11 kg, o bien como cordero de cebo precoz, con 23-25 kg a los 75-85 días de edad (FEAGAS, 2011).

Tabla 6. Explotaciones españolas de Lacaune incluidas en el programa de control lechero oficial: censo y resultados de las lactaciones completadas entre octubre de 2009 y septiembre de 2010

<b>CC.AA.</b>	<b>Explotaciones</b>	<b>Hembras registradas</b>	<b>Lactaciones completadas</b>	<b>Prod Media por lactación (litros)</b>
Andalucía	9	3.598	2.354	327
Baleares	1	461	405	312
Castilla-La Mancha	26	29.295	22.155	283
Castilla y León	11	13.852	6.482	308
Extremadura	8	3.824	2.375	323
Madrid	2	356	352	254
Valencia	2	2.583	2.347	359
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>53.969</b>	<b>36.470</b>	<b>304</b>

En España, la mayor parte de las explotaciones que crían esta raza en estabulación están en manos de titulares jóvenes, disponiendo de infraestructuras adecuadas y de un alto nivel de tecnificación. Se trata, por lo general, de explotaciones grandes con una media aproximada de 850 reproductoras por granja, con ordeño mecánico (100% de las granjas), sometidas a manejo intensivo y especializado, y con lactancia artificial de los corderos en la mayoría de los sistemas (FEAGAS, 2011).

### **1.3. Sistemas intensivos de producción: parámetros productivos y económicos**

#### **1.3.1. Justificación de los sistemas productivos intensivos**

La población humana en 2050 se estima en 9.150 millones, previéndose que la mayor parte de este aumento tendrá lugar en los países en desarrollo (FAO 2006b; PNUD 2008). Se estima que para poder cubrir la demanda de alimentos será necesario incrementar en gran medida la producción ganadera en las próximas décadas. Como consecuencia, la producción eficiente de los animales que producen carne y leche tiene cada día más relevancia (Thornton, 2010). Y es que una de las principales funciones de los animales de producción es convertir los forrajes no comestibles por el hombre, los residuos o los subproductos vegetales en proteína de alta calidad, como la contenida en la carne, la leche o los huevos (Bradford, 1989).

Por otro lado, informes de la FAO (FAO 2006a y FAO 2010) indican que es esencial continuar con los procesos de intensificación de la producción animal con el objetivo de proveer alimentos a la población mundial y minimizar el impacto medioambiental de dichos procesos, ya que se ha comprobado que las mayores emisiones proceden de países en vías de desarrollo (7.5 kg CO<sub>2</sub> eq/kg leche en granja) y los valores menores de los países industrializados con sistemas productivos intensificados (entre 1 y 2 kg CO<sub>2</sub> eq/kg leche en granja). El informe también constata que los sistemas tradicionales basados en el pastoreo producen una mayor cantidad de gases de efecto invernadero (2.72 kg CO<sub>2</sub> eq/kg leche) que los sistemas mixtos (1.78 kg CO<sub>2</sub> eq/kg leche; FAO 2006).

De hecho, las explotaciones ganaderas han evolucionado en el último siglo hacia la intensificación, incrementándose el tamaño medio de los rebaños a medida que se ha ido reduciendo el número de explotaciones (Radostits, 2001). Durante este tiempo han evolucionado mucho los medios de producción y aún ahora nos encontramos en un proceso de modernización en el que los productores que quieren continuar en activo tienen que adaptarse para reducir sus costes de producción, con el fin de mejorar la rentabilidad de sus explotaciones.

Si nos remontamos a los años 50 en Europa occidental, nos encontramos con un periodo marcado por las guerras en que la agricultura había quedado paralizada, no pudiendo garantizarse el abastecimiento de alimentos. Como consecuencia, se estableció la primera

PAC, que tenía por objeto fomentar la mejora de la productividad agrícola, de forma que los consumidores dispusieran de un suministro estable de alimentos a precios asequibles, y garantizar la presencia de un sector agrícola viable en la región. Para ello, la PAC ofrecía subvenciones y sistemas que garantizaban precios elevados a los agricultores, proporcionando incentivos para producir más. A los pocos años de su puesta en marcha, la PAC alcanzó sus objetivos iniciales. Sin embargo, este éxito se vio acompañado de una serie de efectos colaterales en cierta medida negativos: los agricultores y ganaderos comunitarios incrementaron excesivamente su producción hasta superar el nivel de absorción del mercado europeo, de manera que se generaron enormes excedentes y aumentó extraordinariamente el gasto agrícola comunitario, motivo fundamental de las diversas reformas que ha experimentado la PAC a lo largo de sus cuatro décadas de existencia. Esta situación y las sucesivas reformas de la PAC nos llevan hasta la situación actual.

En el caso concreto del ganado ovino, nos encontramos en una situación en la que aún es necesario incrementar la rentabilidad de las explotaciones, a fin de lograr que sean independientes de las ayudas proporcionadas, a modo de subvenciones, siguiendo directrices de la PAC (*MAEC, 2010; Rodríguez Ruiz, 2013*).

Según De Rancourt (*De Rancourt, 2009*) los motivos de que las explotaciones medias de este sector aún cuenten con una rentabilidad reducida son: tamaños de explotación medianos o pequeños, limitados por estructuras de tipo familiar y con costes financieros demasiado elevados para la limitada capacidad de estas empresas; así como falta de productividad técnica, siendo necesario un mayor desarrollo tecnológico en estos sistemas. En definitiva, una estrategia de mejora para muchas explotaciones a la hora de alcanzar la rentabilidad es una mayor intensificación del sistema de producción.

El incremento de tamaño permite un mayor volumen de producción, que unido a la intensificación y al aumento de productividad mejora la competitividad y la capacidad de absorber periodos de precios bajos. Además, se requiere un número mayor de trabajadores, lo que deriva en una mejora en las condiciones y organización, que nos permite un bienestar laboral (establecimiento de horarios, vacaciones, etc.; *Requejo et al., 2011*).

### **1.3.2. Evaluación de la productividad en producción animal: índices y parámetros técnicos**

En paralelo a la evolución de las explotaciones, el papel del veterinario en las mismas también ha ido evolucionando. Hace ya 100 años comenzaron los programas nacionales de erradicación de enfermedades como la tuberculosis o la brucelosis, que además de causar grandes pérdidas económicas en las explotaciones eran enfermedades transmisibles de los animales al hombre, y que constituyeron los principales frentes de actuación de los veterinarios en los sistemas productivos. A partir de los años 40 los animales de producción pasaron a ser valiosos tanto por sí mismos como por las producciones a que daban lugar. A partir de ese momento, los veterinarios comenzaron a desarrollar su actividad profesional especializada en animales de producción como porcino, vacuno, ovino... siendo en un primer momento la medicina individual su principal objetivo y sentido de ser.

Sin embargo, a partir de 1965 tanto el veterinario como el ganadero comienzan a apreciar el valor de mantener un buen estado sanitario general y una producción eficiente a nivel del rebaño, iniciándose la medicina preventiva encaminada a establecer planes de control y prevención de las enfermedades en los rebaños. Se descubre entonces la importancia de las enfermedades subclínicas sobre la productividad de los animales y comienzan a implantarse estrategias para su control. A partir de ese momento, comenzó a desarrollarse la medicina de la producción, cuyo foco pasaba a ser el rebaño en lugar del animal individual y que requería de un conocimiento íntegro del sistema productivo por parte de los asesores veterinarios, y por lo tanto, de visitas periódicas, independientes ya de la existencia o no de individuos enfermos. Entre los años 60 y 70 se desarrollaron numerosos programas de medicina de la producción en el vacuno lechero (y también en el porcino), y posteriormente esta forma de trabajo se extendió a las otras especies de rumiantes de producción (Radostits, 2001).

Sin embargo, hasta los años 90 no comienza a trabajarse a través de la toma de datos de granja y análisis de los mismos como método de diagnóstico y monitorización de la productividad y del estado sanitario del rebaño. Ambos, ganadero y veterinario, comienzan a trabajar en conjunto para establecer cuáles deben ser los valores objetivo que deben tener los distintos índices que se comienzan a identificar como herramienta fundamental para la

toma de decisiones en la explotación. Con el tiempo se han ido ampliando el número de índices y los campos que éstos evalúan. Si bien, inicialmente, se centraban fundamentalmente en los aspectos reproductivos, posteriormente comenzaron los relacionados con la calidad de leche, la sanidad, la monitorización del posparto, etc. El veterinario pasa entonces a tomar un papel de *consultor* (Radostits, 2001).

Para conocer el valor de los índices es necesaria la recogida regular de datos del rebaño a nivel individual (cubriciones, enfermedad, partos, secados...). Introducidos los datos en listados, a partir de los mismos se realizan los cálculos de los diferentes índices: fertilidad, días en leche, producción media... El análisis de estos índices permite evaluar la eficiencia con respecto al valor de referencia objetivo que nos hayamos establecido. A partir de su análisis, el veterinario establece una serie de medidas o recomendaciones y mediante el seguimiento de la evolución de estos índices o parámetros podrá monitorizar el resultado de las medidas instauradas, el incremento de ingresos asociado a las mismas, etc. (Radostits, 2001).

Sin embargo, no todos los sectores productivos han avanzado a la misma velocidad, y mientras que estos parámetros han sido ampliamente estudiados en el vacuno lechero, aún queda mucho por hacer en el ovino. De forma creciente, las explotaciones ovinas han incorporado el registro de datos cada vez más completo en las explotaciones y han comenzando a trabajar con algunos parámetros e índices productivos. Sin embargo, aún quedan muchos otros índices por establecer y especialmente queda mucho por estudiar en relación a los valores objetivo óptimos para los mismos en numerosas razas ovinas. Así lo pone de manifiesto la encuesta ADAS (2007) realizada en UK, en la cual de 403 ganaderos de ovino sólo el 44% contaba con registros, teniendo solamente un 23% de ellos valores objetivos claros a partir de los mismos.

La forma de registro de la información de la granja varía mucho entre explotaciones: desde el típico cuaderno de bolsillo, pasando por listados, hasta los programas informáticos con sistemas electrónicos de identificación. Sin embargo, en todos los casos lo principal será la fiabilidad de los datos recogidos y lo completos que éstos sean (Radostits, 2001).

### 1.3.3. Principales índices técnicos en los rumiantes

La gestión técnico-económica de los rebaños requiere el registro de diferentes datos del mismo, a partir de los cuales se pueden establecer una serie de índices que nos sirven para chequear la explotación, establecer medidas correctoras y *a posteriori* monitorizar los resultados de las mismas.

Como en todo procesado de información la calidad original de los datos es vital: desde la recogida de los mismos hasta su informatización. Por ello los programas informáticos de gestión cuentan por lo general con sistemas de depuración que detectan incoherencias a fin de minimizar errores. Sin embargo, es vital prestar máxima atención tanto al anotar como al pasar los datos al ordenador, a fin de minimizar en lo posible futuros errores de interpretación que pueden conllevar tomas de decisiones erróneas (cómo “hacer abortar” una animal gestante al no haber introducido una inseminación previa, etc.). Una vez disponemos de los resultados, otro punto crítico es el conocimiento de lo que mide exactamente cada índice, y es que, en ocasiones, distintos *software* informáticos cuentan con un mismo índice pero calculado de manera distinta, pudiendo llevarnos a errores a la hora de interpretar el resultado o de comparar resultados entre explotaciones (Radostits, 2001).

Por último, siempre es recomendable utilizar no sólo medias o medianas sino también medidas de dispersión que nos permitan tener una imagen más completa de lo que ocurre en cualquier población, y por lo tanto, también en una explotación, ya que en ocasiones puede haber distorsiones en los valores medios que evidenciaremos al analizar las desviaciones (Radostits, 2001).

## **INDICES Y PARÁMETROS QUE SE MONITORIZAN EN OVINO**

En general, nos referiremos a parámetros como datos globales que recogen información relevante de la explotación, pero que no relacionan cantidades matemáticas más allá de sumatorios o medias en la población. Por otro lado, en general, se consideran índices las expresiones numéricas que relacionan dos cantidades o indicadores. Si bien, y aunque intentaremos mantener la exactitud matemática lo máximo posible, en el sector que nos ocupa se habla en realidad indistintamente de índices y parámetros, como cifras medias relevantes y representativas de aspectos del sistema productivo, independientemente de la naturaleza matemática del número.

A nivel técnico, Phytian y colaboradores (Phythian *et al.*, 2014) proponen, en sistemas de ovino de aptitud cárnica, como principales datos a registrar, una serie de datos mínimos, otros deseables y otros interesantes; los cuales a su vez subdividen en datos productivos y datos de tipo sanitario.

A nivel productivo:

- Datos mínimos → censo total del rebaño, hembras cubiertas, corderas cubiertas, sementales, ratio semental/ovejas, ratio ovejas/corderas, mortalidad en ovejas, mortalidad en machos, corderos vendidos, corderas reposición, litros de leche vendidos, etc.
- Datos deseables → porcentaje de hembras ecografiadas, hembras gestantes en la ecografía, partos simples, dobles y triples, abortos preparto, corderos nacidos vivos, mortalidad de corderos en la primera semana de vida, mortalidad de corderos entre una semana y un mes de vida, corderos vendidos predestete, corderos vendidos tras el destete, corderos/as de reposición, machos y hembras eliminados del rebaño, etc.
- Datos interesantes → causas de mortalidad de corderos, causas de desecho/eliminación.

A nivel sanitario:

- Datos mínimos → registro de tratamientos
- Datos deseables → casos de cojera, ectoparásitos, mastitis, neumonía, hipocalcemia, toxemia de gestación, hipomagnesemia, prolapso vaginal, artritis séptica en corderos, etc.
- Datos interesantes → tratamientos antiparasitarios, resultados de análisis coprológico, etc.

A partir de estos datos, los autores establecen una serie de parámetros con valores objetivo (ideales) para un rebaño de ovino de carne, tal y como puede verse en la tabla 8. Según estos mismos autores los aspectos clave a la hora de establecer los objetivos de cada parámetro son:

- ✓ Establecer el rendimiento de referencia del rebaño e identificar si las ovejas son el ingreso principal de la explotación.
- ✓ Seleccionar dos objetivos clave iniciales: en base a cuál sea la principal preocupación del productor a nivel sanitario, productivo...
- ✓ Acordar objetivos alcanzables para un plazo temporal medio, por ejemplo, el siguiente año productivo.
- ✓ Evaluar el sistema actual de registro de datos e implementar mejoras o añadir nuevos parámetros cuando sea posible.
- ✓ Asegurarse de que el productor es consciente de que el plan sanitario del rebaño tendrá que evolucionar o ser modificado para la siguiente visita.
- ✓ Identificar los obstáculos que impiden la aplicación de ciertas medidas y los costes asociados a los cambios en las prácticas de manejo que propongamos (tiempo, trabajo, dinero y otros recursos).
- ✓ Continuar con la toma de mediciones periódicas y la monitorización de los resultados con respecto a los objetivos, así como con las percepciones y experiencias de los ganaderos.
- ✓ Tener en cuenta que las medidas implementadas tardarán un tiempo en dar lugar a mejoras en los indicadores económicos.

- ✓ Mantener contacto regular con el productor y revisar y actualizar los planes y objetivos de forma periódica.

Si bien, aunque no es sólo la rentabilidad el motor que motiva las decisiones de cambio de manejo en el rebaño, el análisis de los datos económicos es de gran utilidad para el diseño de, por ejemplo, los planes sanitarios (Wright *et al.*, 2014). De hecho, muchas de las decisiones que tomamos en las explotaciones (programas vacunales, de desparasitación, nutrición...) deberían contar con un estudio económico del retorno de las mismas; de forma que toda inversión en el rebaño cuente con un estudio previo de la mejora de producción/eficiencia económica global esperada tras su implementación, y por tanto del balance coste-beneficio de la medida. A modo de ejemplo, si en un rebaño tenemos 36 abortos (6%) y el análisis confirma la implicación de *Toxoplasma*, podremos analizar el balance coste-beneficio de la vacunación anual de la reposición del rebaño. El coste de la vacunación serían 710 libras anuales (suponiendo un 20% de reposición); frente a un coste estimado de los abortos de 3.727 libras; lo que daría lugar a un balance positivo de 3.017 libras (Wright *et al.*, 2014).

Tabla 7. Parámetros recomendados para medir la evolución de un rebaño de ovino de carne (Phythian et al, 2014)

Parámetro	Valores objetivo			Comentarios	Otros
	Bajo	Medio	Alto		
<b>Proporción de ovejas vacías</b>	<2	<2	<2	>2% se recomienda análisis de causas de abortos, revisión de CC y de machos	Nº total vacías/ Nº ecografiadas
<b>Ecografía</b>	190	170	120	Para ovejas	
	120	110	-	Para corderas	
<b>Nº corderos esperados/oveja</b>	190	170	120		
<b>Tasa abortos</b>	<2%	<2%	<2%	Si supera el 2% o más de 2 abortos/día, toma de muestras para identificar causa abortos	Nº abortos/Nº ovejas-corderas cubiertas o gestantes
<b>Mortalidad corderos &lt;1 semana</b>	<6%	<6%	<6%		
<b>Mortalidad corderos 2 semana-1 mes</b>	<2%	<3%	<4%		
<b>Mortalidad de corderos destete – venta</b>	<2%	<2%	<2%		
<b>Pérdidas corderos ecografía/venta</b>	<15%	<14%	<13%		
<b>Tasa de eliminación/desecho</b>	20%	20%	20%	Variable según las pautas de manejo y enfermedades en el rebaño	
<b>Mortalidad ovejas</b>	2-3%	2-3%	2-3%		
<b>Mortalidad corderas</b>	2-3%	2-3%	2-3%		

En el caso del ovino lechero, tenemos un ejemplo de toma y análisis de datos en el programa “G10” de gestión técnico-económica en explotaciones de pequeños rumiantes (Gutiérrez *et al.*, 2015), en el cual se parte de una plantilla de registro de datos mensuales en la que se anotan diariamente los siguientes datos para explotaciones de ovino lechero (ver imagen):

- ✓ Datos productivos: ovejas ordeñadas, ovejas paridas, ovejas abortadas, corderos nacidos, bajas, muertes, corderos nacidos muertos, corderos muertos postnacimiento, ovejas presentes más de 1 año, sementales presentes más de 1 año, corderas de reposición (menos de 1 año), altas, altas de corderas de reposición, etc.
- ✓ Datos económicos: ingresos/gastos diarios asociados a las ventas de corderos y litros de leche producidos, frente a las compras de corderas, ovejas, sementales; así como los ingresos/gastos mensuales asociados a ingresos por leche, corderos, ovejas vendidas, lana, agrícolas, subvenciones..., frente a los gastos de alimentación, zosanitarios, mano de obra, otros...

**Gestión integral para la Excelencia en las explotaciones de ovino y caprino**



Ganadero <input type="text"/>																																					
Año <input type="text"/> Mes <input type="text"/>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL				
<b>Sucesos</b>																																					
	Ovejas/cabras Ordeñadas																																				
	Ovejas/cabras Paridas																																				
	Ovejas/cabras Abortadas																																				
	Corderos/chivos nacidos																																				
Bajas (muertes)	Corderos/chivos nacidos muertos																																				
	Corderos/chivos muertos postnacimiento																																				
	Ovejas/cabras más de 1 año																																				
	Sementales más de 1 año																																				
	Corderas/chivas de reposición (menos de 1 año)																																				
Altas	Altas corderas/chivos de reposición (puesta de botlos, marcaje, etc...)																																				
<b>Ventas</b>																																					
	Corderos/chivos																																				
	Ovejas/cabras presentes																																				
	Sementales presentes																																				
	Corderas/chivas de reposición																																				
	Litros de leche																																				
<b>Compras</b>																																					
	Corderos/chivos																																				
	Ovejas/cabras presentes																																				
	Sementales presentes																																				
	Corderas/chivas de reposición																																				

Figura 2. Ficha de registro de datos del programa de gestión técnico económica G10 (Gutiérrez *et al.*, 2015).

Una vez recogidos los datos podremos transcribirlos al programa que utilicemos para la gestión de la explotación, en muchos casos hojas Excel diseñadas por la propia explotación o por el técnico que realiza los análisis de gestión; si bien también hay diferentes *software* de gestión de explotaciones que podremos utilizar como el ReproGTV®, ISAGRI, el programa G10 de MSD AH o los programas de Laval, Westfalia o Afimilk.

Tras la inclusión de los datos en un programa de gestión podremos realizar un análisis de los mismos, normalmente en un periodo de tiempo determinado. En la mayor parte de los casos, y especialmente cuando utilicemos un *software* específico de gestión, el análisis será facilitado a través de un informe que permite evaluar más fácilmente los parámetros e índices que hayamos incluido en el reporte. A modo de ejemplo, el informe preconfigurado del programa *G10* presenta los siguientes parámetros e índices:

### **Parámetros que se analizan en el programa *G10***

- Litros de leche producidos por hembra presente/año: menor de 200, de 200 a 300, de 300 a 400 y mayor de 400
- Rango de machos vs. hembras adultas: menor de 4% o mayor de 4%
- % de Reposición: menor de 15%, de 15% a 25% y mayor de 25%
- Corderos/chivos producidos por hembra/año: menor de 1, de 1 a 1,1, de 1,1 a 1,2 y mayor de 1,2
- Recuento de Células Somáticas: menor de 500, de 500 a 750, de 750 a 1.000, de 1.000 a 1.500 y mayor de 1.500 cél/ml
- % de corderos obtenidos en el 2º semestre: menor de 50 o mayor de 50
- % litros de leche obtenidos en el 2º semestre: menor de 50 o mayor de 50
- % de mortalidad anual de corderos: menor de 10, de 10 a 15, de 15 a 20 y mayor de 20

### **Índices que se evalúan en el programa *G10***

- Partos por hembra/año (número de partos medio por hembra presente). Este parámetro refleja los periodos improductivos (tiempo de secado y duración de la lactación, así como intervalo parto-nueva cubrición en aptitud carne) y la producción de corderos y lactaciones anuales. En base a distintos estudios se ha establecido un valor umbral de este parámetro 0,9 partos/oveja-cabra y año (Gutiérrez *et al.*, 2015).

- Índice de alimentación (cociente entre los gastos de alimentación y los ingresos procedentes de la venta de leche). Este índice guarda una relación directa con la rentabilidad de las explotaciones, como se ha podido contrastar al utilizarlo en datos de gestión económica, y es posible establecer un valor umbral del 70% o superior como discriminatorio de la rentabilidad (Gutiérrez *et al.*, 2015).

Tabla 8. Análisis de los parámetros técnico productivos en explotaciones de ovino lechero de Castilla y León entre 2001-2010 (Rodríguez Ruiz, 2013)

<b>DATOS TÉCNICO PRODUCTIVOS</b>	<b>2001-2003</b>	<b>2008-2010</b>	<b>Significación</b>
<b>ESTRUCTURA</b>			
<b>NºOvejas/explotación</b>	426±18,6	702±36,2	**
<b>UTHTotal</b>	1,58±0,067	1,62±0,04	N.S.
<b>Ovejas/UTHtotal</b>	252±5,8	270±6,9	**
<b>PRODUCCIÓN</b>			
<b>Litros/explotación</b>	93371±5823,8	197415±14659,1	**
<b>Litros/oveja.año</b>	212±7,4	276±11,4	**
<b>Litros/UTHTotal</b>	53339±2304,7	72037±3115,2	**
<b>Corderos vendidos/explotación</b>	469±22,6	687±37,2	**
<b>Corderos vendidos/oveja.año</b>	1,12±0,025	0,98±0,026	**
<b>MANEJO</b>			
<b>Corderas reposición/explotación</b>	85±6,9	172±11,2	**
<b>Animales desvieje/explotación</b>	44±3,4	57±6,9	N.S.
<b>Bajas ovejas/explotación</b>	28±2,5	105±53	**
<b>Sementales/explotación</b>	8±0,4	15±1,2	**
<b>Nacimiento corderos/explotación</b>	645±35,5	957±50,5	**
<b>Bajas corderos/explotación</b>	65±3,8	114±10,9	**
<b>Ovejas paridas/explotación</b>	475±25,2	743±38,5	**
<b>Corderos nacidos/oveja</b>	1,51±0,03	1,36±0,023	**
<b>Reposición (%)</b>	19±0,9	25±0,6	**
<b>Desvieje (%)</b>	10±0,6	8±0,5	**
<b>Mortalidad ovejas (%)</b>	6±0,3	15±0,5	**
<b>Ovejas/semental</b>	56±1,7	58±3,0	N.S.
<b>PRECIOS</b>			
<b>€/litro</b>	0,74±0,004	0,84±0,004	**
<b>€/cordero</b>	47±0,8	38±0,2	**

NS (no significativo) \* $P < 0,05$  \*\* $P < 0,01$ .

- Índice de estacionalidad productiva. Uno de los condicionantes principales de los ingresos de una ganadería es el valor de los productos, el cual está determinado a su vez, entre otros factores, por la estacionalidad productiva y la relación oferta-demanda en el mercado, factores muy relevantes en el sector de los pequeños rumiantes. Como indicativo de estacionalidad se ha considerado la proporción que supone la producción (leche, corderos, cabritos) en el segundo semestre del año (Gutiérrez *et al.*, 2015).

Con todos estos datos e índices estaremos en disposición de poder analizar las diferentes situaciones productivas en las que se encuentran nuestras explotaciones. Un análisis reciente de explotaciones ovinas lecheras de Castilla y León presentaba los siguientes resultados (Rodríguez Ruiz, 2013; tabla 8).

### **INDICES Y PARÁMETROS TÉCNICOS QUE SE MONITORIZAN EN VACUNO LECHERO**

Sin embargo, en vacuno lechero son muchos más los índices que se evalúan, aunque éstos varían entre los distintos softwares de gestión de explotaciones como el *Dairycom*, *Dairyflex*, *ReproGTV*, etc. Si tomamos de ejemplo *ReproGTV*, de creación española y uno de los programas de gestión más frecuentemente utilizados en las explotaciones españolas, podemos observar que este programa realiza una serie de informes que recogen parámetros e índices de distintos tipos, siendo los parámetros relacionados total o parcialmente con la fertilidad los más predominantes:

Tabla 9. Índices y parámetros técnicos en vacuno, ejemplo ReproGTV (Gali, 2015)

<b>Caracterización del rebaño</b>	Nº de vacas y novillas presentes: por estado reproductivo, por edad, por nº de parto, por días postparto
	Medias: edad, nº parto, DEL...
	% de Reposición: 1 <sup>os</sup> partos en los últimos 12 meses
	% de Eliminación: vacas sacrificadas en los últimos 12 meses
	Vacas pendientes de sacrifi.
<b>Indicadores de fertilidad global de vacas adultas (desde el último parto)</b>	Nº de IA por vaca inseminada
	Nº de IA por vaca gestante
	Total de inseminaciones /Nº vacas gestantes
	Fertilidad y días postparto de la 1ª, 2ª, 3ª, +3ª IA
	Intervalo Parto -1ªIA: medio y nº de vacas por tramos
	% de vacas inseminadas por primera vez < 90 días postparto
	% de vacas todavía no inseminadas a los 120 días postparto
	Intervalo Parto - Fecundación: media, nº y fertilidad por tramos
	Estado de fecundidad: $125 - (IPF) \times \% \text{ de fertilidad a la } 1^{\text{a}}\text{IA}$
	Nº IA por vaca gestante
	% de vacas que han estado abiertas más de 150 días
	Previsión del intervalo entre partos (IPP)
<b>Indicadores de fertilidad global de novillas</b>	Nº de IA por novilla inseminada
	Nº de IA por novilla gestante
	Total de inseminaciones por novilla gestante
	Fertilidad y edad de la 1ª, 2ª, 3ª, +3ª IA
	Edad a la 1ªIA
	% de novillas inseminadas por primera vez antes de 15 meses
	% de novillas todavía no inseminadas a los 20 meses
	Edad fecundación: media, n y fertilidad por tramos
	% de novillas que han estado abiertas más de 18 meses

	Previsión de edad media al parto
<b>Índices de fertilidad parciales (se pueden sacar por vaca, por novillas o mezclados)</b>	Fertilidad por meses
	Fertilidad por mes del parto
	Fertilidad según toro: entre dos fechas, efectividad de cada toro
	Fertilidad según condiciones de manejo: entre dos fechas, por inseminador, por dosis y por protocolo sincronización...
<b>Indicadores complementarios</b>	Estadística de celos
	Previsión de partos y días en leche (DEL), cómo va a evolucionar la granja en un futuro de 7-8 meses
	Bajas: vacas eliminadas, causas, edad media, días post parto...
	Condición corporal
<b>Listados y Estadísticas de Producción lechera y mastitis</b>	Producción en litros, por grasa (o lo que se llama "leche corregida"), por proteína, por células somáticas, por urea...
	Producción láctea relativa: por mes de lactación, por nº de parto, por patio o grupo, por padre, por producción...
	Curva de lactación media de la explotación
	Previsiones de producción estandarizados a 305 días
	Selección de vacas con problemas de células somáticas
<b>Otros índices opcionales que se pueden obtener</b>	Gestión de patios/grupos
	Comparaciones entre granjas
	Estadística de partos: machos, hembras, gemelares, bajas, etc.
	Análisis económico: coste por litro
	Índice de preñez ( <i>Pregnancy rate</i> ) global, por meses y por DEL

<b>VACAS</b>														
	xan-14	feb-14	mar-14	abr-14	mai-14	xuñ-14	xull-14	ago-14	set-14	out-14	nov-14	dec-14	ACUMULADO ANUAL	
Nº total vacas	53	52	49	49		53	55	54	54	55	58	57	53,5	
Nº vacas sacrificio (PB)	1	1	0	1		0	1	1	2	1	2	4	1,3	2,4%
Nº vacas lactantes	49	46	41	43		45	48	47	47	49	52	50	47,0	
Nº vacas lact 1º P	14	12	10	11		17	19	17	16	17	19	17	15,4	32,7%
días en leite (DEL)	221	231	244	255		198	185	184	188	176	188	192	205,6	
Nº total vacas secas	4	6	8	6		8	7	7	7	6	6	7	6,5	
% vacas secas	7,5	11,5	16,3	12,2		15,1	12,7	13,0	13,0	10,9	10,3	12,3	12,3	
duración secado (días)	112,0	96,0	69,0		76,4	69,3	70,0	78,3	64,5	74,0	67,7	80,3	78,0	
% detección celo (DC)	83,0	72,8	57,5	45,5	65,2	76,1	70,2	50,0	68,1	15,9	50,0	53,5	59,0	
Intervalo Parto - 1ª IA	103,4	95,8	95,5	93,0		78,2	77,1	70,7	66,9	66,8	67,0	60,2	79,5	
Intervalo Parto - IA fec	172,0	196,4	198,1	202,1		188,9	187,7	172,2	175,9	139,8	147,8	141,1	174,7	
IPP proxectado	447,0	471,4	473,1	477,1		463,9	462,7	447,2	450,9	414,8	422,8	416,1	449,7	
Nº total vacas (+)	25	27	28	30		24	23	22	23	21	26	27	25,1	
% vacas xestantes	47,2	51,9	57,1	61,2		45,3	41,8	40,7	42,6	38,2	44,8	47,4	47,1	
Nº baleiras > 150 DEL	12	8	8	6		11	10	10	7	12	8	9	9,2	
% baleiras > 150 DEL	22,6	15,4	16,3	12,2		20,8	18,2	18,5	13,0	21,8	13,8	15,8	17,1	
Nº baleiras > 300 DEL	10	6	6	3		4	3	2	1	2	5	2	4,0	
% baleiras > 300 DEL	18,9	11,5	12,2	6,1		7,5	5,5	3,7	1,9	3,6	8,6	3,5	7,6	
Nº baixas reproductivo	0	1	0	0	2	0	1	0	1	0	0	2	7	41,2%
Nº total 1ª IA	6	3	2	4	3	8	9	6	4	6	6	6	63	
Nº (+) en 1ª IA	1	0	0	0	2	2	0	2	1	3	1	0	12	
% fertilidade 1ª IA	16,7	0,0	0,0	0,0	66,7	25,0	0,0	33,3	25,0	50,0	16,7	0,0	19,0	
Nº total IA	19	13	16	8	17	18	19	19	26	19	14	19	207	
Nº total (+)	3	3	4	0	7	7	1	6	6	10	2	2	51	
% fertilidade mensual	15,8	23,1	25,0	0,0	41,2	38,9	5,3	31,6	23,1	52,6	14,3	10,5	24,6	
Nº perdas embrionarias	2	0	0	2	0	3	2	1	1	2	2	1	16	31,4%
Nº abortos	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3	5,9%
Nº total partos	4	1	2	1	11	7	4	3	4	4	6	4	51	95,2%
Partos femias	2	0	1	1	5	2	1	1	2	4	4	0	23	45,1%
Partos xemelares	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	3,9%
Partos de 1ª cría	2	0	1	1	4	3	1	0	0	3	3	1	19	37,3%
Nº baixas vacas	1	2	2	0	2	0	2	0	1	0	2	5	17	
baixas < 100 DEL	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	6	35,3%
Baixas 1º P	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	17,6%
% reposición	26,4	26,9	24,5	22,4		28,3	30,9	31,5	31,5	30,9	34,5	33,3	29,2	
% eliminación	1,9	3,8	10,2	12,2		15,1	14,5	18,5	18,5	20	19	21,1	14,1	
Nº parto medio vacas	2,5	2,5	2,6	2,6		2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	
Idade media vacas	4,1	4,1	4,1	4,1		4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	

<b>NOVELAS</b>														
	xan-13	feb-13	mar-13	abr-13	mai-13	xuñ-13	xull-13	ago-13	set-13	out-13	nov-13	dec-13	ACUMULADO ANUAL	
Nº novelas > 15 m	20	21	24	24		25	24	24	24	22	20	19	22,5	
Nº novelas > 15 m (+)	11	12	16	15		14	13	16	19	19	17	17	15,4	
% novelas > 15 m (+)	55,0	57,1	66,7	62,5		56,0	54,2	66,7	79,2	86,4	85,0	89,5	68,4	
Idade nac-1ª IA	17,9	17,8	17,7	18,0		16,7	16,2	16,0	16,2	16,4	16,0	16,2	16,8	
Idade nac- IA fec	18,2	17,9	18,3	17,8		17,6	17,8	18,0	17,9	18,7	18,7	18,5	18,1	
Idade prevista parto	27,2	26,9	27,3	26,8		26,6	26,8	27,0	26,9	27,7	27,7	27,5	27,1	
Nº total IA	6	9	4	9	8	12	7	5	3	3	3	2	71	
Nº total (+)	3	5	1	2	2	5	3	1	2	1	0	0	25	
% fertilidade mensual	50,0	55,6	25,0	22,2	25,0	41,7	42,9	20,0	66,7	33,3	0,0	0,0	35,2	
Nº perdas embrionarias	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8,0%
Nº abortos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%

Figura 3. Ejemplo de seguimiento de los índices en una explotación de vacuno lechero con ReproGTV

Ante la escasez de información referente a índices y a sus valores óptimos en el ovino, se podría intentar extrapolar o estudiar índices interesantes y útiles en el vacuno lechero e investigar su aplicabilidad en el ovino lechero.

#### **1.3.4. Gestión de recursos de personal**

En grandes empresas, la gestión de los recursos humanos está muy estrechamente ligada a la gestión reproductiva de la granja (ya que ésta marca el ritmo de trabajo y la uniformidad de carga del mismo a lo largo del tiempo, que a su vez determina de manera muy clara la gestión del personal). Éste es un aspecto complejo, con una gran repercusión en la rentabilidad y viabilidad de la explotación, de tal manera que antes de instaurar cualquier sistema de manejo animal (decisiones técnicas) debe de preverse la repercusión en este ámbito, ya que el factor humano puede alterar y variar los resultados de cualquier medida técnica (Requejo *et al.*, 2010)

#### **1.3.5. Índices económicos**

Por otro lado, para conocer a fondo las características de una empresa y su gestión, se precisan los estudios no solo productivos o técnicos sino también los económicos. Al igual que en el caso de los índices técnicos, los índices económicos se desarrollan a lo largo de tres fases: en primer lugar, la recogida de información; en segundo, el análisis y elaboración de los índices y finalmente la preparación de las conclusiones correspondientes, en base a los índices obtenidos (Rodríguez Ruiz, 2013). Por último, la divulgación al sector ganadero de la información obtenida es de gran valor, ya que constituye la evidencia que permite mejorar la gestión del sector (Rodríguez Ruiz, 2013).

En España se han realizado diversos trabajos de análisis económico en explotaciones ovinas, que han ido evolucionando con el tiempo: los primeros, en los años 60 y 70, se guiaban por criterios puramente contables, limitándose al cálculo del margen bruto, por lo que no aportaban datos a nivel de beneficio empresarial (Cordonnier, 1966). Posteriormente, comenzaron a analizarse distintos índices técnico-económicos, alejándose del margen bruto y llegando al beneficio empresarial (Sierra 1969a; Sierra y Zarazaga 1971; Zarazaga y Sierra, 1972; Joy y Gallelgo, 1990; Albiñana *et al.*, 1993; Lavin *et al.*, 1997; Rodríguez *et al.*, 2004; Rodríguez Ruiz, 2013). Y es a finales de los 80 y principios de los 90 cuando se crean diferentes grupos de gestión, como el ITG de Navarra, o el grupo de la cooperativa de Carne de Aragón, realizándose análisis y gestión económica de las explotaciones de manera rutinaria.

El análisis económico incluye, por un lado, el cálculo de la cuenta de resultados y el análisis contable, que permite evaluar si la empresa gana o pierde dinero, y que analizado con el debido detalle nos puede dar indicios de por qué lo gana o lo pierde (Rodríguez Ruiz, 2013). Por otro lado, se pueden calcular diversos índices de rentabilidad, entre los más interesantes para valorar una explotación ovina podríamos incluir (Rodríguez Ruiz, 2013):

- Margen bruto (MB), ingreso obtenido por las ventas una vez restados los costes directamente implicados en la producción. En la práctica sirve para evaluar la rentabilidad de la producción, ya que el ganadero fija objetivos técnico-económicos a alcanzar y observa las evoluciones reales a través del simple cálculo del MB. Se puede calcular como  $MB = \text{ingresos totales} - \text{gastos variables}$ .
- Margen neto (MN), o resultado global de la explotación. Se calcula mediante la diferencia entre la suma de márgenes brutos y la suma de gastos fijos, de modo que toma en cuenta tanto los gastos directos como los indirectos implicados en la producción (costes fijos y variables). Por ello, el MN proporciona más detalle que el MB en la eficiencia de la actividad, siendo reflejo de decisiones de inversión más que de manejo. Se puede calcular como  $MN = \text{ingresos totales} - (\text{gastos variables} + \text{gastos fijos} + \text{amortizaciones})$ .
- Renta disponible o *cash flow* (RD), es el flujo monetario de la empresa tras pagar las compras de bienes o servicios, los salarios y los impuestos. De modo que refleja el MN sin incluir la amortización, acercando el resultado económico a la disponibilidad financiera. Se puede calcular como  $RD = \text{ingresos totales} - (\text{gastos fijos} + \text{gastos variables})$ .
- Beneficio o renta empresarial (BE), es el índice que aúna los esfuerzos de la gestión técnica y económica al ser la parte que queda tras contabilizar todos los impuestos y restricciones que implica la producción. Representa, por tanto, el beneficio que queda para la familia del ganadero por su actividad empresarial. Se puede calcular como  $BE = \text{margen neto} - \text{costes de oportunidad}$ .

Tabla 10. Análisis de los índices de rentabilidad según los sistemas de explotación en ovino

<b>ÍNDICES DE RENTABILIDAD</b>		<b>Pastoreo total</b>	<b>Pastoreo parcial</b>	<b>Estabulación permanente</b>	<b>Niv sig</b>
E X P L O T A C I Ó N	Margen bruto	61.668 <sup>a</sup> +5.458,9	62.494 <sup>a</sup> +3.769,10	102.090 <sup>b</sup> +7.646,4	++
	Renta disponible	52.786 <sup>a</sup> +5.036,3	49.363 <sup>a</sup> +2.935,7	69.030 <sup>b</sup> +4.950,7	++
	Margen neto	49.757 <sup>a</sup> +4.828,3	44.113 <sup>a</sup> +2.798,6	62.677 <sup>b</sup> +4.528,7	++
	Renta empresarial	36.963 <sup>a</sup> +4.280,8	33.762 <sup>a</sup> +2.686,9	49.341 <sup>b</sup> +4.462,2	+
O V E J A	Margen bruto	112 <sup>a</sup> +5	130 <sup>b</sup> +4,4	150 <sup>c</sup> +5,8	++
	Renta disponible	95+5,2	107+4,6	108+5,8	NS
	Margen neto	90+5,2	96+4,4	99+5,8	NS
	Renta empresarial	66+5,1	71+4,4	75+5,8	NS
L I T R O	Margen bruto	0,92 <sup>c</sup> +0,058	0,62 <sup>b</sup> +0,024	0,49 <sup>a</sup> +0,018	++
	Renta disponible	0,79 <sup>c</sup> +0,059	0,51 <sup>b</sup> +0,023	0,36 <sup>a</sup> +0,021	++
	Margen neto	0,75 <sup>c</sup> +0,059	0,45 <sup>b</sup> +0,024	0,33 <sup>a</sup> +0,021	++
	Renta empresarial	0,55 <sup>b</sup> +0,053	0,3+0,0193	0,25 <sup>a</sup> +0,02	++
U H T  T o t al	Margen bruto	32.769 <sup>a</sup> +2.007,7	32.254 <sup>a</sup> +1.213,9	39.342 <sup>b</sup> +1.936,7	++
	Renta disponible	28.071+1.961,4	26.494+1.219,7	28.430+1.931,8	NS
	Margen neto	26.548+1.927,1	23.717+1.202,4	26.151+1.945,9	NS
	Renta empresarial	19.477+1.808,7	18.005+1.175,3	20.425+1.920,1	NS

NS (no significativo) \*P<0,05 \*\*P<0,01. Valores con distinto superíndice en la misma fila difieren significativamente entre sí

En el estudio de Rodríguez Ruiz (Rodríguez Ruiz, 2013) se analizaron 69 explotaciones de ovino lechero de Castilla y León a fin de ver la evolución de las mismas en el tiempo, así como las diferencias entre periodos (2001-2003 vs. 2008-2010), entre tipos de producción (intensivas, semiintensivas y pastoreo).

De manera que en producción animal, y en concreto en los sistemas productivos de ovino lechero, cuando queremos hacer medicina de la producción, no nos podemos quedar exclusivamente en el análisis de los índices productivos, sino ir más allá, a los económicos, y en base a estos, combinados con la monitorización de los índices técnicos, ir decidiendo distintos giros en el manejo técnico, de personal y de gestión económica.

#### **1.4. Factores que afectan a la productividad de la oveja lechera de raza Lacaune, y por lo tanto, a los índices productivos y económicos**

El análisis y evaluación de los índices no se puede efectuar de manera efectiva sin conocer los distintos factores que afectan a la producción y a sus distintos aspectos. Así pues, la producción de leche en el ganado ovino puede verse influida por numerosos factores que ejercen su acción a lo largo del ciclo de producción de la oveja. Mientras que los factores condicionan la productividad a nivel individual en los animales, los índices miden los resultados a nivel global en el rebaño, pero la corrección o instauración de nuevas estrategias de manejo para corregir los índices productivos y/o económicos, suele decidirse tras la detección de los factores concretos que condicionan la evolución de los índices. Es importante recalcar, además, que no siempre lo que resulta óptimo a nivel individual resulta óptimo a nivel de rebaño ya que tenemos que tener siempre presente que, en el caso del ovino, trabajamos con lotes y no con individuos. Por ejemplo, una mayor producción individual asociada a una mayor longitud del ordeño o a un retraso en la cubrición de las ovejas puede no ser lo más interesante desde el punto de vista del rebaño si, como consecuencia, se reduce la producción anual de la granja. De modo que los índices productivos tratan de evaluar el resultado del conjunto de la explotación y son esenciales a la hora de monitorizar la explotación; por otro lado, el estudio de los factores tienen muchísima utilidad a nivel individual a la hora de establecer medidas en el manejo de los animales y además, para diseñar estrategias de manejo generales que consigan acercar los índices a los objetivos.

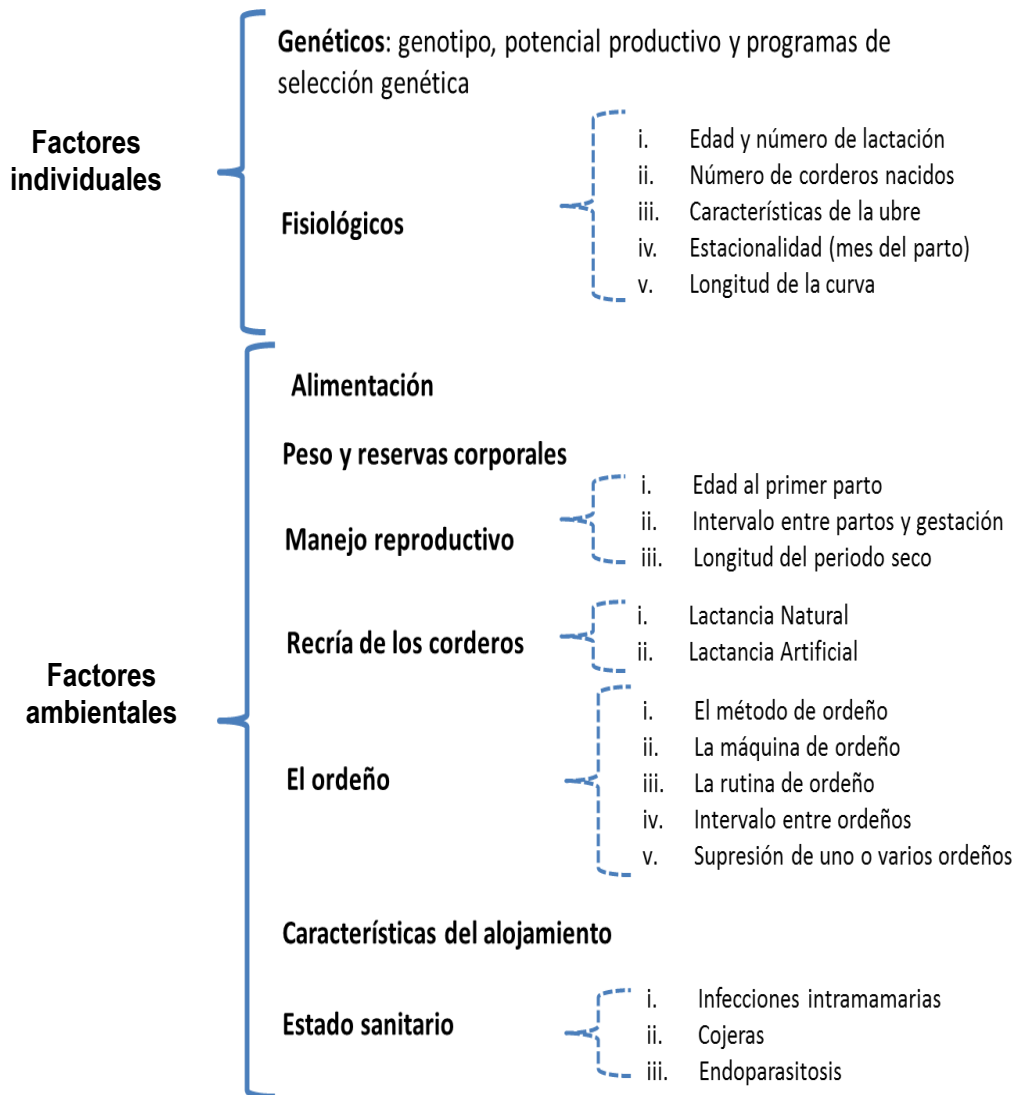
Los factores podemos dividirlos en dos grandes grupos: individuales y ambientales, adaptación de la clasificación de Buxadé (1996) que dividía los factores, por una parte en intrínsecos, es decir, aquellos que dependen directamente del animal y son, por tanto, difíciles de modificar y, por otro lado, los factores extrínsecos o ambientales, que son aquellos sobre los que podemos actuar de forma sencilla a través de prácticas de manejo.

#### **1.4.1. Factores INDIVIDUALES**

Estos factores son de interés de cara a la selección del tipo de animal a utilizar en el rebaño, pero en escasa medida podremos influir en los mismos mediante estrategias de gestión técnica de la explotación, como son los programas reproductivos, etc.

Entre ellos y en primera instancia se encuentra el genotipo del individuo. Las diferencias raciales son obvias, y aunque algunas diferencias productivas observadas entre las razas son atribuibles a los efectos del medio, otras son debidas claramente a la base genética de los animales.

## Factores que afectan a la productividad en ovino lechero



El potencial productivo se define como la producción de leche que es capaz de producir una raza cuando su genotipo se manifiesta bajo condiciones ambientales óptimas (Buxadé, 1996).

Las razas ovinas presentan niveles de producción potencial muy variables. Así las razas más locales y algunas razas destinadas a la producción de lana presentan niveles de producción muy bajos (<60 l) (Buxadé, 1996). Éste sería por ejemplo el caso de la raza Merina con producciones descritas entre 15-30 kg por lactación. Por otro lado, las razas de aptitud mixta (como la Castellana o la Churra) destinadas a la producción de corderos y en menor medida de leche, presentan niveles intermedios de producción de entre 60-200 l en lactaciones cortas de 90 días (Daza Andrada, 1997). Y por último, encontramos las razas especializadas en producción lechera con niveles de producción por lactación superiores a 200 l. Dentro de este último grupo encontramos grandes diferencias entre las distintas razas. Estas diferencias se deben, por un lado, al potencial productivo de la raza, y por otro, al grado de intensidad en el que se hayan llevado a cabo los distintos programas de mejora genética. Así, tenemos desde razas locales como la Castellana, con producciones tras el amamantamiento del cordero durante un mes menores a 130 l en seis meses de ordeño; pasando por otras razas con producciones intermedias, como la Churra o la Sarda, con producciones entre 150-220 l en lactaciones de 200 días; y finalmente, las razas más seleccionadas como la East-Friesian o la Assaf con lactaciones largas y producciones por lactación de hasta 1.000 l (Buxadé, 1996; Treacher y Caja, 2002; Infocarne, 2011).

Además, dentro de los factores individuales podemos citar los **factores fisiológicos**, que a su vez, incluyen aspectos como:

### **Factores fisiológicos: edad y número de lactación**

La edad de la oveja, muchas veces evaluada a través del número de lactación en que se encuentra, es otro de los factores individuales, fisiológicos, que condicionan la producción. Por lo general, en las distintas razas de ovejas la producción se incrementa con el número de lactación, siendo mayor el incremento entre la primera y segunda lactación, donde puede alcanzar el 20%, hasta alcanzar un máximo, según la raza, en la 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> o 5<sup>a</sup> lactación (Buxadé, 1996). En la raza Latxa la máxima producción se alcanza en la 4<sup>a</sup>-5<sup>a</sup> lactación (Gabiña *et al.*, 1993; Ruiz *et al.*, 2000). Sin embargo, en la raza Assaf, bajo condiciones

intensivas, la máxima producción se alcanza ya en la segunda lactación (Pollott y Gootwine, 2004), comenzando a disminuir a partir de la tercera lactación. El descenso de producción con la edad en las ovejas Assaf (Pollott y Gootwine, 2004) se debe a un menor pico de producción combinado con una menor persistencia, que da lugar a lactaciones más cortas.

En la raza Awassi mejorada (Gootwine y Pollott, 2000) el número de lactación influye en todos los parámetros de la curva de lactación analizados. Así, la producción total, la duración de la lactación, el pico de lactación y el máximo potencial secretor son menores en la primera lactación, incrementándose hasta alcanzar un máximo en la segunda y tercera lactación, para posteriormente pasar a disminuir progresivamente.

Otro de los parámetros que relacionan la edad y la producción lechera es la edad a la que tiene lugar el primer parto (Buxadé, 1996), parámetro condicionado por el manejo reproductivo del rebaño, por lo que se desarrollará en el punto 1.5.

### **Factores fisiológicos: número de corderos nacidos**

Se ha sugerido que la prolificidad afecta al desarrollo de la ubre y en consecuencia, a la producción de la oveja (Butler *et al.*, 1981). (Byatt *et al.*, 1992) expuso que el efecto del número de fetos sobre la producción futura podía deberse al mayor desarrollo placentario en las gestaciones dobles o triples, lo que conllevaría una mayor producción de esteroides ováricos y otras hormonas placentarias, como el lactógeno placentario, efectivamente elevado en las ovejas con gestación múltiple (Schoknecht *et al.*, 1991). Este hecho tendría como consecuencia un mayor desarrollo de la estructura mamaria, lo que se traduciría en un incremento productivo durante la lactación. No obstante, en estudios realizados bajo sistemas de producción intensiva con la raza Awassi mejorada y Assaf, el aumento de la PTL en las ovejas con gestación múltiple aunque significativo ( $P < 0,05$ ), era escaso: alrededor del 6% en la raza Assaf (Pollott y Gootwine, 2004) y del 3-4% en la raza Awassi mejorada (Gootwine y Pollott, 2000).

## **Factores fisiológicos: características de la ubre**

- **Anatomía y morfología de la ubre**

Las condiciones morfológicas de la ubre y la posición de los pezones condicionan en gran medida la producción, y especialmente la aptitud para el ordeño mecánico. Todos los parámetros utilizados para caracterizar el tamaño de la ubre (volumen, anchura, perímetro y profundidad) están positivamente correlacionados con la producción de leche. De ellos, el volumen es el que presenta mayor correlación, aunque se ha visto que no es suficiente con que sea elevado sino que éste debe corresponderse con la mayor cantidad posible de tejido glandular (Buxadé, 1996).

- **La cinética de emisión de la leche**

En el ganado ovino la leche se sintetiza de forma continua en las células secretoras de los alvéolos, donde una parte de ella, la leche alveolar, se acumula, mientras que otra parte, la leche cisternal, desciende por los conductos galactóforos hasta almacenarse en la cisterna de la ubre (Buxadé, 1996). A diferencia del vacuno, los pequeños rumiantes presentan proporcionalmente mucho mayor tamaño cisternal (40-80% del volumen total; Marnet y McKusick, 2001). Se diferencian por ello dos tipos de animales: ovejas de patrón de emisión bimodal de fácil ordeño y de patrón de emisión unimodal de difícil ordeño (Buxadé, 1996; Marnet y McKusick, 2001). En los años 70-80 más del 30% de las ovejas de raza Lacaune (del área de Roquefort en Francia) presentaban un patrón de emisión unimodal. Sin embargo, estudios más recientes llevados a cabo en los años 90 observaron una importante inversión de la tendencia, ya que menos del 10% de las ovejas Lacaune presentan dicho patrón. Esto podría indicar que la selección genética llevada a cabo para incrementar la producción habría seleccionado indirectamente a las ovejas de patrón bimodal más adaptadas al ordeño (Marnet y McKusick, 2001).

### **Factores fisiológicos: estacionalidad (mes del parto)**

Bajo condiciones de pastoreo, se ha observado una mayor producción láctea cuando la lactación comienza en primavera, en distintas razas ovinas, como la Lacaune, Sarda y Latxa (Barillet, 1985; Gabiña *et al.*, 1993; Carta *et al.*, 1995; Ruiz *et al.*, 2000). El efecto estacional se ha asociado parcialmente con la disposición de pasto, teniendo un efecto positivo en ovejas que paren cerca de este periodo y alcanzan el inicio de la lactación en primavera con mucha mayor disponibilidad de comida. De hecho, en la raza Latxa las mayores producciones se hallan en las ovejas que paren entre noviembre y febrero, mientras que las menores se asocian a las ovejas que paren a partir de marzo (Gabiña *et al.*, 1993; Ruiz *et al.*, 2000). Según los autores, estas diferencias en producción se deben, de manera obvia, a la duración de la lactación, ya que las ovejas que paren en noviembre y diciembre tienen lactaciones más largas (Ruiz *et al.*, 2000).

Bajo condiciones de producción intensivas, en ausencia de pastoreo y con raciones alimenticias adaptadas al nivel de producción, las variaciones asociadas a la estacionalidad tendrían que ser mínimas (Pollott y Gootwine, 2004). Sin embargo, se han evidenciado variaciones estacionales asociadas a los efectos del fotoperiodo (longitud del día y variación del mismo) y la temperatura en condiciones intensivas de producción (Gootwine y Pollott, 2000; Pollott y Gootwine, 2004). El efecto sobre la producción diaria de leche en la raza Awassi mejorada tiene lugar desde antes de iniciarse la lactación, ya en el último mes de gestación (Gootwine y Pollott, 2000). La longitud del día, calculada a día 15 del mes, da lugar a la mayor variación en la producción. De hecho, las lactaciones iniciadas en invierno (enero-marzo) dan lugar a mayores producciones que las iniciadas en primavera-verano (Gootwine y Pollott, 2000).

La menor producción durante los meses de verano, cuando se alcanzan las temperaturas más altas del año, podría explicarse por un descenso en la ingesta de alimento asociado a la temperatura, así como a los posibles efectos directos del estrés por calor sobre la síntesis y secreción de leche (Gootwine y Pollott, 2000), de forma similar a lo que ocurre en el ganado vacuno Holstein (Gootwine y Pollott, 2000).

Así, según los autores Pollott y Gootwine (Pollott y Gootwine, 2004), las ovejas Awassi mejoradas bajo condiciones intensivas en Israel que paren en mayo y diciembre tienen, por mecanismos distintos, producciones totales similares. Mientras que las ovejas que paren en mayo tendrían mayores producciones debido a la exposición a días más largos durante el

verano, ven mermada su producción por las altas temperaturas y por el cambio del fotoperiodo hacia días más cortos. En contraposición, las ovejas que paren en diciembre tienen una contribución relativamente menor del fotoperiodo asociado a la longitud del día, pero no tienen el efecto negativo de las altas temperaturas y sí el efecto positivo del cambio de fotoperiodo hacia días más largos. De hecho, en este trabajo con ovejas Awassi, la longitud de los días en el periodo previo al parto tuvo un efecto significativo sobre la producción alcanzada en la siguiente lactación, de modo que la presencia de días cortos antes del parto mejoraba la productividad (Pollott y Gootwine, 2004).

Sin embargo, no está claro cómo afectan los días cortos durante el periodo preparto a la producción futura. La hipótesis de Neville y colaboradores (Neville *et al.*, 2002) defiende que el fotoperiodo afectaría directamente a la expresión y actividad de ciertas hormonas como la progesterona, prolactina, y lactógeno placentario. Otra posibilidad sería que la exposición a días cortos pudiera modificar la respuesta de las ovejas al efecto longitud del día tras el parto (Pollott y Gootwine, 2004).

El resultado de estos factores estacionales se comprobó al detectar el efecto del mes de cubrición en la raza Assaf bajo condiciones intensivas sobre la producción, la duración de la lactación y la persistencia (Pollott y Gootwine, 2004), sustituyéndose posteriormente dicho parámetro por los tres factores estacionales (longitud del día, variación de la longitud del día y temperatura). Así, se evidenció que las ovejas y corderas Assaf que contaban con días largos o cortos previos al parto, producían más o menos leche a lo largo de la lactación, respectivamente. Sin embargo, aunque la diferencia era significativa ( $P < 0,001$ ) el efecto era relativamente pequeño, produciendo 0,014 l de leche más por día las ovejas paridas en el mes de enero, lo que supone unos 2,4 l sobre una lactación total de 334 l. De igual modo, en las ovejas Awassi mejoradas, la producción diaria de leche era 0,235 l mayor que la media a mediados de junio, mientras que a mediados de diciembre descendía 0,205 l con respecto a la media, principalmente debido a la menor longitud de los días. Además, las ovejas más productoras se vieron más afectadas por el efecto estacional que las de menor producción (Gootwine y Pollott, 2000).

## **1.4.2. Factores AMBIENTALES**

Estos factores son los más interesantes desde el punto de vista de gestión técnica, ya que a diferencia de los anteriores, sí que podremos actuar sobre los mismos, en algunos casos, a muy corto plazo, y con ello mejorar los distintos parámetros e índices del rebaño rápidamente, influyendo en la rentabilidad del mismo.

### **1.4.2.1. Alimentación**

La alimentación de la oveja lechera es especialmente importante a partir del último tercio de gestación, en que tiene lugar el desarrollo del tejido secretor de la ubre, probablemente debido a la acción del lactógeno placentario secretado durante la gestación, lo que incrementaría el número de células mamarias secretoras y, por tanto, el potencial productor (Byatt *et al.*, 1992).

Un ejemplo del efecto de la nutrición durante la gestación son los experimentos de los trabajos de Bizellis y colaboradores o del grupo de Charismiadou (Bizelis *et al.*, 2000; Charismiadou *et al.*, 2000), que alimentaron ovejas gestantes con dos niveles distintos (alto: 110% del requerimiento energético y bajo: 90% del requerimiento). Las ovejas alimentadas con un plano energético alto tenían una ubre mayor a los 140 días de gestación y mayor número de células secretoras (mayor contenido en ADN). Tras el parto, las ovejas de ambos grupos fueron alimentadas igual. Sin embargo, las ovejas alimentadas con bajo nivel energético durante la gestación mostraron una mayor ingesta de energía al inicio de la lactación, para posteriormente no haber diferencias. La producción láctea fue significativamente mayor en las ovejas alimentadas con mayor nivel energético durante la gestación. Esto se debió, por un lado, al mayor número de células mamarias secretoras, y por otro, a la mayor disposición de reservas corporales al inicio de la lactación (Cannas *et al.*, 2002).

Por tanto, una apropiada alimentación durante la gestación influye en la producción lechera, no sólo directamente por un mayor desarrollo de la ubre, sino porque permite acumular suficientes reservas grasas y proteicas, que podrán ser movilizadas, posteriormente, durante los primeros meses de lactación. En la fase inicial de la lactación se produce un aumento rápido de la producción pero también de la demanda, tanto energética como proteica. Sin embargo, la capacidad de ingestión es limitada, por lo que se produce un desfase y la consecuente pérdida de peso de las ovejas al inicio de la lactación (Buxadé,

1996; Rassu *et al.*, 2004). Por ello, es muy importante que la oveja tenga suficientes reservas corporales para poder parir. Así, el plano nutritivo, referido al nivel de energía ingerido, es un factor importante que afectará positivamente al nivel de producción y composición de la leche (Bocquier y Caja, 1999). De hecho, las ovejas alimentadas con un plano energético alto alcanzan un pico de producción mayor y de forma más temprana.

El efecto de la alimentación sobre la composición de la leche es menos claro, debido a las interacciones entre la evolución de la composición de la leche y el efecto dilución indirectamente asociado al incremento de la producción (Bocquier y Caja, 1999). Por otro lado, a mitad o al final de la lactación, los cambios en la alimentación afectan principalmente a la persistencia y /o a la recuperación de la condición corporal (CC), quedando limitado el efecto sobre la producción y composición de la leche (Bocquier y Caja, 1999).

#### **1.4.2.2. Peso y reservas corporales**

Parece existir una relación positiva entre el peso vivo de la oveja al parto y su nivel de reservas corporales con la producción de leche a lo largo de toda la lactación (Buxadé, 1996). La condición corporal (CC) de la oveja en el momento del parto, medida con escala entre 0 (muy delgada) y 5 (extremadamente gorda), es uno de los factores que más influencia la producción lechera durante los primeros meses de lactación, dado que parte de la leche producida en esa fase depende de la movilización de grasa corporal (Cannas, 2004b). Esto se debe a que, tal y como se ha comentado anteriormente, el requerimiento energético del animal es superior al alcanzable a través de la ingesta en esta primera fase de lactación. Por ello, durante los primeros meses de lactación la oveja produce parte de su leche, más de un tercio, gracias a la movilización de sus reservas grasas y proteicas (Cannas, 2004b).

Por ello las ovejas deben llegar al parto con una buena CC, apuntando como CC ideal 2,5–3 un mes antes del parto y 2–2,5 al parto (Fthenakis *et al.*, 2012). Sin embargo, el INRA sugiere una CC óptima al parto de 3,25–3,5 (figura 4) (INRA, 1988; Cannas, 2004b). Esta diferencia pone de manifiesto que estos valores de referencia óptimos podrían ser distintos según las razas. De hecho, (Ronchi *et al.*, 1993), al comparar la CC de las ovejas de razas Lacaune y Sarda, evidenciaron cómo en la oveja sarda con una CC de 2 hay gran deposición de grasa a nivel visceral, mientras que en la Lacaune, esta sólo se produce a

partir de una CC de 3. Se requieren ,por tanto, nuevos estudios que definan los valores de referencia de CC en las distintas razas (Cannas, 2004b).

En las ovejas con baja CC en el mes previo al parto ( $CC \leq 2$ ) es recomendable proporcionar energía adicional en la dieta a fin de prevenir la aparición de toxemia de gestación y problemas en el parto por debilidad (Cannas, 2004a). Por otro lado, también debemos evitar que alcancen una condición corporal excesiva ( $CC \geq 4$ ), ya que ésta predispone al padecimiento de toxemia de gestación, debido al incremento de cuerpos cetónicos en sangre como resultado del catabolismo lipídico. Se trata pues de un delicado equilibrio, dado que la administración de bajos niveles de energía en la fase final de la gestación dará lugar a toxemia de gestación; pero por otro lado, un exceso de energía puede dar lugar al mismo desorden, así como a distocia por desproporción maternofetal (Fthenakis *et al.*, 2012).

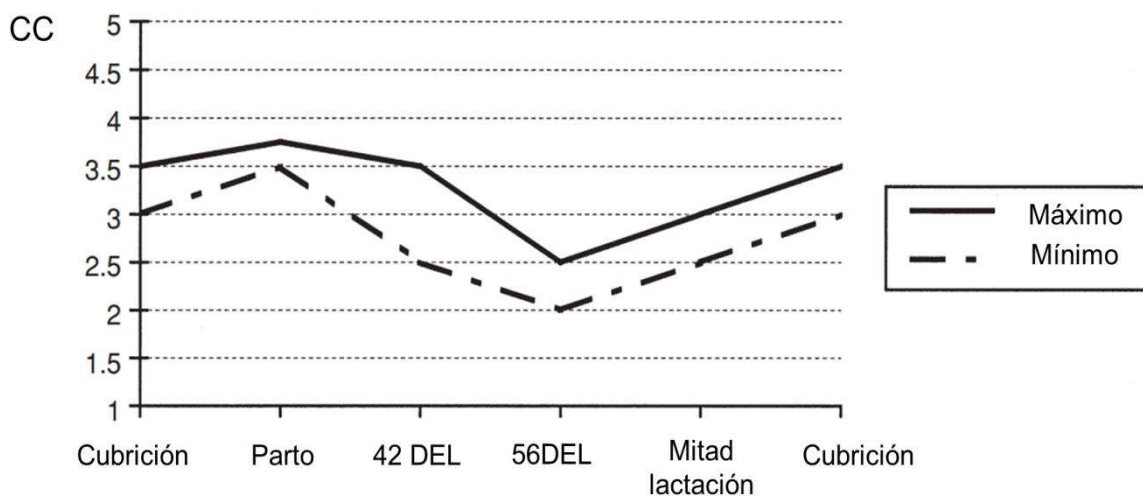


Figura 4. Objetivo de condición corporal (CC) a lo largo del ciclo productivo de las ovejas lecheras (Cannas, 2004b) en base a (INRA, 1988). DEL = días en leche

Una vez iniciada la lactación, las ovejas no deberían perder más de un punto de CC en las primeras seis semanas postparto (Cannas, 2004b). Una excesiva pérdida de peso durante la primera fase de lactación provocará una reducción en la producción láctea que tendrá efectos negativos sobre la segunda parte de la lactación, incrementará el riesgo de toxemia de gestación y además, reducirá la fertilidad (Cannas, 2004b), hecho claramente constatado en el ganado vacuno (Roche, 2006).

Además, las ovejas lecheras con balance energético negativo tienden a reducir la producción láctea aun en mayor medida que las vacas. Por ello, es especialmente importante que la oveja tenga suficientes reservas corporales al inicio de la lactación. De hecho, cuanto más delgada es la oveja, menos leche produce (Cannas, 2004b). En las ovejas con mayor condición corporal, el incremento de producción podría deberse a una mayor duración del periodo de ordeño según (Buxadé, 1996). Sin embargo, no debemos olvidar que las ovejas demasiado gordas al parto ( $CC \geq 4$ ) generalmente tienen una baja producción lechera, debido a que el exceso de grasa visceral comprime el rumen reduciendo la ingesta de alimento (Cannas, 2004b).

En producción intensiva es necesario un nuevo enfoque, que va a tener una serie de condicionantes:

- La oveja Lacaune en inicio de lactación no pierde peso con la facilidad que esperábamos.
- Las producciones al inicio de lactación son altas y la alimentación debe asegurarnos la máxima producción.
- En los lotes de baja producción las producciones oscilan entre uno y dos litros (siguen siendo altas) y por tanto la alimentación puede ocasionar incremento de peso.
- Los días de secado se convierten en días en preparto.
- En consecuencia, no hay un periodo de tiempo en que sea fácil que la oveja pierda peso.

Estos condicionantes implican una serie de respuestas complejas, que incluirán alimentación manejo, reproducción.... y probablemente necesiten el “pago de un peaje” a esta producción intensiva, que se resumirá en un “Índice de toxemias de gestación”, con un porcentaje de incidencia asumido como “normal”, al igual que sucede en vacuno lechero con cetosis y desplazamiento de abomaso.

### 1.4.2.3. El ordeño

En razas más especializadas en producción de leche, y en manejo intensivo, una vez iniciado el periodo de ordeño, las crías pasan alimentarse a través de lactancia artificial y las ovejas al ordeño diario. Esta práctica presenta una especial importancia en todas las especies de mamíferos, ya que la extracción de leche es necesaria para el mantenimiento de la lactación (Buxadé, 1996).

Por lo tanto, debemos tener en cuenta diversos aspectos del ordeño que pueden influenciar la producción y la curva de lactación.

En cuanto a la **máquina de ordeño**, la influencia de este factor reside en el funcionamiento de la misma, y en concreto en parámetros como el nivel de vacío, la relación de pulsación (masaje-succión), la velocidad de pulsación, las características de la pezonera (silicona o caucho) y su sustitución periódica, la capacidad de los colectores y la altura de la línea de la leche (preferentemente línea baja). Además de las características de la máquina de ordeño, es fundamental su correcto mantenimiento y la revisión periódica de la misma para asegurar este funcionamiento (frecuencia mínima anual), evitando problemas asociados (Contreras *et al.*, 2007).

Por lo que respecta a la **rutina de ordeño** y a sus tres periodos fundamentales (antes, durante y después del ordeño), deben considerarse diferentes aspectos de relevancia de cara a optimizar la extracción de leche de la ubre y minimizar la prevalencia de infecciones intramamarias.

La rutina de ordeño comienza antes del propio ordeño en sí mismo, a fin de que los animales lleguen a la sala en las mejores condiciones. Así, se incluyen en esta fase prácticas como el correcto manejo de la cama en que se alojan los animales, a fin de mantener las ubres limpias (Cambero Muñoz, 1999), el orden de ordeño en sentido inverso al riesgo de infección, para reducir el riesgo de transmisión de infecciones intramamarias (Bergonier *et al.*, 2003; Contreras *et al.*, 2007), o la revisión del vacuómetro de la instalación para comprobar que el vacío de ordeño es el adecuado (Cambero Muñoz, 1999).

Con el fin de simplificar la rutina de ordeño sin perjudicar la cantidad de leche producida, se ha evolucionado desde la rutina inicial recomendada por la *Société des Caves de Roquefort*

(1962): secuencia **a**) colocación de pezoneras- ordeño a máquina- masaje intermedio-apurado, pasando por la secuencia **b**) ordeño a máquina- retirada de pezoneras- repaso manual, hasta llegar a la rutina actual que consiste en **c**) colocación de pezoneras- ordeño a máquina- retirada de pezoneras. Además, debe evitarse el sobreordeño pre y postordeño, evitando la retirada de pezoneras sin corte previo del vacío cuando la retirada se realiza de forma manual (Cambero Muñoz, 1999; Contreras *et al.*, 2007).

El uso de baño de pezones postordeño ha demostrado ser una herramienta preventiva eficaz que permite reducir la incidencia de nuevas infecciones intramamarias, especialmente en el control de patógenos del género *Staphylococcus* y Coagulasa Negativos (SCN) (Bergonier *et al.*, 2003; Contreras *et al.*, 2007). Posteriormente, tras finalizar el ordeño, debe llevarse a cabo un correcto lavado y una desinfección de la instalación y de la sala de ordeño, para evitar que puedan actuar como vehículos transmisores de patógenos (Cambero Muñoz, 1999).

Finalmente, dentro del ordeño, también debemos considerar **el intervalo entre ordeños**, ya que el vaciado de la ubre provoca un efecto positivo sobre la síntesis de leche en el ovino, caprino y vacuno (Stelwagen, 2001). De forma que aumentando la frecuencia de ordeño aumentamos la producción. En el ganado vacuno son numerosos los estudios a este respecto y la práctica de tres ordeños diarios está ya estandarizada, sin embargo, en ovino, contamos con escasos trabajos sobre el efecto de incrementar el número de ordeños. Si bien algunos autores como Gargouri y colaboradores (Gargouri *et al.*, 1993) no observaron aumentos significativos al realizar tres ordeños, otros grupos investigadores demostraron que realizando tres ordeños diarios, al inicio y mitad de la lactación, se podía incrementar la producción de leche entre el 12 y el 35% (Labussièrre *et al.*, 1974; Negrão *et al.*, 2001). En uno de estos estudios se evaluó el efecto de ordeñar cuatro, cinco y siete veces al día, pero los incrementos de producción no fueron significativamente diferentes al obtenido al incrementar la frecuencia de ordeño a tres diarios (Negrão *et al.*, 2001). En ovino al igual que en caprino hay una tendencia a reducir ordeños, sobre todo en explotaciones pequeñas para facilitar el descanso del personal. Los estudios más documentados son los del INRA en Roquefort (Boulenc, 2009). A modo de ejemplo, en los 3 últimos años en Granja Cerromonte, para reducir las horas de ordeño del personal, el lote próximo al secado (con bajas producciones) sólo se ordeña una vez al día. Sin embargo, es una medida excepcional en este lote, y en general, se optimiza la maximización de la producción.

#### 1.4.2.4. Características de las instalaciones

En las ovejas estabuladas, especialmente bajo condiciones intensivas (estabulación permanente), las características del alojamiento juegan un papel relevante sobre el bienestar animal y consecuentemente sobre la productividad. Cabe destacar la importancia del diseño de las instalaciones (especialmente la densidad de animales y el volumen de aire disponible) y el correcto mantenimiento higiénico de las mismas. Ya en 1983 se sugirió un espacio mínimo por animal de 60 kg P.V. de 0,7m<sup>2</sup> en cama caliente y 1m<sup>2</sup> en otros tipos de suelo; aumentando un 30% la necesidad de espacio en ovejas de 60–90 kg P.V. y otro 30% en ovejas amamantando corderos (Loynes, 1983). El efecto de la densidad y volumen de aire disponible en el ovino lechero son factores relevantes según el estudio de Sevi y colaboradores (Sevi *et al.*, 1999), que evidenciaron un incremento significativo de la producción láctea y del contenido en proteína, caseína y grasa de la leche en las ovejas alojadas en menor densidad (2m<sup>2</sup>/oveja) vs. las que disponían de 1 o 1,5m<sup>2</sup>/oveja. Además, el mayor volumen de aire disponible redujo el Recuento de Células Somáticas (RCS) y la presencia de mastitis subclínicas (las ovejas con 2m<sup>2</sup>/oveja presentaron entre 3–4 veces menor RCS y menores recuentos bacteriológicos), lo que a su vez incrementa la producción láctea.

En un segundo trabajo, los mismos autores evaluaron la disponibilidad de aire comparando grupos con 4,1, 5,6 y 7,3 m<sup>3</sup> de aire/oveja, evidenciando cómo las ovejas con menor disponibilidad de aire tenían peor composición de la leche (Sevi *et al.*, 1999).

Sin embargo, nosotros hemos observado en nuestra explotación al distribuir los animales en lotes grandes (1.000-1.200 animales/lote) un comportamiento gregario y social del ovino muy marcado, lo que hace que aunque la superficie sea la adecuada, los animales se agrupan y dentro de ese grupo otros subgrupos de animales siempre se colocan juntos. Lo que indica que aún nos queda mucho por saber de la etología del ovino.

#### 1.4.2.5. Estado sanitario

Las distintas patologías causantes de alteración de la salud de las ovejas afectan negativamente a la producción de las mismas. No vamos a efectuar una revisión completa de los problemas sanitarios que afectan al ovino lechero. Simplemente nos centraremos en las principales causas sanitarias que reducen la producción lechera de manera directa, esto es, lo que se refiere a la salud de la ubre.

#### Infecciones intramamarias

La salud de la ubre es un factor relevante que ejerce gran influencia sobre la producción. Sin embargo, definir el estado de la ubre no es tarea fácil. Se ha evaluado la presencia de mamitis subclínica a través del Recuento de Células Somáticas (RCS, medido como el recuento de la concentración celular en la leche ordeñada), de modo similar a como se hace en el vacuno lechero, evidenciándose una disminución en la producción de leche paralelo al incremento del RCS (Leitner *et al.*, 2008).

En el caso del ovino, existe cierta controversia a la hora de definir la “ubre sana” en relación al RCS. En general, se manejan cifras de entre 0,3 y 1,5 millones de cél/ml como el máximo admitido en una ubre sana, dado que el RCS parece variar en base a la raza, fase de lactación, manejo y edad. De hecho, mientras que en el estudio llevado a cabo sobre la raza Assaf en Israel, el RCS de la ubre sana era  $<4 \times 10^5$  cél/ml, en el estudio llevado a cabo sobre diferentes razas en España (Assaf, Churra y Castellana) se estableció un límite en  $3 \times 10^5$  cél/ml, observando grandes diferencias entre las distintas razas (Buxadé, 1996; Leitner *et al.*, 2004). Según Leitner y colaboradores (Leitner *et al.*, 2008), el principal problema a la hora de determinar el límite de RCS de la ubre sana en el ovino y caprino, a diferencia del vacuno (en el que está claramente definido un valor de RCS de  $3 \times 10^5$  cél/ml para identificar la presencia de infección), se encuentra en que la infección intramamaria, al contar con sólo dos glándulas, da lugar a un menor efecto dilución y de ahí el mayor RCS, tanto a nivel individual como de rebaño. Según el trabajo de estos autores, un nivel de infección menor del 25% (considerado, en general, de una explotación de leche de buena calidad), supondría un RCS de unas 800.000 cél/ml en el tanque, con una merma de producción del 4,1% (Leitner *et al.*, 2008). Por otro lado, una tasa de infección intramamaria del 25–50% (considerado de una explotación de leche de calidad intermedia), daría un RCS de tanque de 1.400.000 cél/ml y una reducción de la producción del 8,2%. Por último, un

porcentaje de infección superior al 50% daría lugar a un RCS de tanque de 2.000.000 cél/ml y una reducción de la producción del 12,2% (Leitner *et al.*, 2008). El consumo de leche de tanque con RCS superiores a 3.500.000 cél/ml no está recomendado.

Gonzalo *et al.* (2004) estudiaron el efecto de distintas medidas encaminadas al control de la mastitis sobre el RCS del tanque, observando cómo la implantación de terapia de secado y el ordeño mecanizado reducían significativamente el RCS, mientras que reducir el nivel de vacío e incrementar la frecuencia de pulsación optimizaba el RCS del tanque. Por todo ello, proponen como principal herramienta para reducir el RCS del tanque la instauración de terapia de secado. Además, recomiendan la optimización del ordeño y de la máquina de ordeño para mejorar la salud de la ubre en el ovino.

Respecto a la etiología, a diferencia de lo que ocurre en el ganado vacuno, los principales agentes implicados en la mastitis subclínica en el ovino son gérmenes del género *Staphylococcus* y Coagulasa Negativos (SCN), principalmente *S. chromogenes* y *S. epidermidis* (Bergonier *et al.*, 2003). Según diversos estudios, éstos incrementarían el RCS por encima de  $1,2 \times 10^6$  cél/ml (Las Heras *et al.*, 1999; Leitner *et al.*, 2003). En el estudio realizado por Leitner y colaboradores (Leitner *et al.*, 2004), evaluaron el efecto de la infección subclínica de la glándula mamaria por SCN sobre la producción y composición de la leche en 36 granjas israelitas de ovejas Assaf. La producción de los cuarterones infectados (0,36 kg/ordeño) resultó significativamente menor ( $P < 0,0001$ ) que la de los cuarterones sanos (0,76 kg/ordeño). Además, la concentración de los componentes de la leche fue significativamente menor que en la leche procedente de cuarterones sanos: grasa ( $61,7 \pm 0,21$  vs.  $64,9 \pm 0,26$  g/l), proteína ( $53,5 \pm 0,11$  vs.  $58,5 \pm 0,07$  g/l), lactosa ( $33,5 \pm 0,16$  vs.  $44,7 \pm 0,08$  g/l) y caseína ( $40,5 \pm 1,59$  vs.  $45,9 \pm 1,36$  g/l). También en el estudio de Gonzalo y colaboradores (Gonzalo *et al.*, 2002), donde cuantificaron las pérdidas de producción asociadas a la mastitis subclínica en ovejas de raza Churra entre el 2,6% y el 10,1%, según el tipo de patógeno mamario implicado, así como el carácter unilateral o bilateral de la infección, observaron que las ovejas no infectadas o infectadas por patógenos menores tuvieron los menores RCS y obtuvieron las mayores producciones; mientras que las infectadas por patógenos mayores tuvieron mayores RCS y menores producciones (entre un

8,8%–10,1% menor producción láctea, según el carácter unilateral o bilateral de la infección).

Una de las estrategias más efectivas para reducir las infecciones intramamarias es realizar un tratamiento de secado con antibiótico. Esta práctica se ha venido utilizando desde hace más de 40 años en vacas lecheras, dentro de los programas de control de mastitis (Neave *et al.*, 1966) y ha demostrado ser eficaz para mantener las ubres sanas y mejorar la producción de leche (Robert *et al.* 2006). El periodo seco es crucial, ya que durante el mismo se producen cambios fisiológicos que preparan la glándula mamaria para la siguiente lactación. Además, la importancia de las infecciones intramamarias durante el periodo seco ha sido evaluada por numerosos estudios, evidenciándose la importancia de las nuevas infecciones intramamarias durante el mismo (Erksine, 2001; Green *et al.*, 2002; Cook *et al.*, 2005; Arruda *et al.*, 2013). El objetivo de este tratamiento es doble, por un lado curar las infecciones intramamarias existentes y por otro, prevenir las nuevas infecciones durante el periodo seco (Postle y Natzke, 1974). Como consecuencia de todo ello, la terapia de secado de todos los animales es una práctica recomendada por el *National Mastitis Council* (NMC). No obstante, con el fin de reducir el uso antibiótico en las explotaciones, en los últimos años se han realizado estudios para establecer sistemas de aplicación de terapia de secado selectiva (Huijps y Hogeveen, 2007; Rajala-Schultz *et al.*, 2008) o incluso eliminarla totalmente de las explotaciones.

La terapia antibiótica de secado también ha mostrado buenos resultados en razas ovinas de carne, ayudando a aumentar la ganancia de peso en corderos con respecto a los animales no tratados (Watson y Buswell, 1984) y ha funcionado bien en varias razas ovinas lecheras (revisado por Petridis y Fthenakis, 2014), incluyendo ovejas israelíes, como la Assaf, bajo manejo intensivo (Chaffer *et al.*, 2003; Shwimmer *et al.*, 2008), ovejas lecheras mestizas en un sistema semi-intensivo (Spanu *et al.*, 2011), de raza Churra bajo manejo tradicional (Gonzalo *et al.*, 2004) u ovejas españolas de raza Assaf en sistemas de producción mixtos (Gonzalo *et al.*, 2009, 2010).

De hecho, en el estudio de tratamiento de secado llevado a cabo en ovejas Assaf por Shwimmer *et al.* (2008), el tratamiento antibiótico intramamario aplicado 60 días preparto demostró ser exitoso al reducir el recuento de células somáticas ( $2.500 \times 10^3$ – $1.000 \times 10^3$  menos de células/ml) y la tasa de infección bacteriana del 60% al 20%. Al mismo tiempo, la producción media de leche por oveja se incrementó de 395 a 487 l/año.

También en el estudio de Gonzalo y colaboradores (Gonzalo *et al.*, 2004), en el que compararon el secado en masa (CST, secado de todos los cuarterones), frente al secado selectivo (SST, secado sólo de los cuarterones infectados en base a cultivo microbiológico) y la ausencia de secado (AS) en ovejas de raza Churra, la producción en la siguiente lactación fue significativamente mayor ( $P < 0,05$ ) en los lotes con tratamiento antibiótico de secado, con una producción media un 6,9% superior ( $139,0 \pm 2,19$  l/120 d en CST y  $143,5 \pm 2,22$  l/120d en SST; versus  $132,1 \pm 2,47$  l/120d en AS); si bien no hubo diferencias significativas entre ambos tipos de tratamiento de secado.

El tratamiento de secado tiene la ventaja de que los antibióticos se administran en un periodo en que los animales no son ordeñados, lo que reduce la pérdida de leche debido al periodo de retirada y el riesgo de contaminación con antibióticos de la leche de tanque (Shwimmer *et al.*, 2008). Sin embargo, en el caso del ovino el tratamiento resulta caro y sólo recientemente contamos con cánulas de secado con registro para su uso en ovino. Motivo por el cual son numerosos los estudios publicados en los que se utilizan cánulas de secado de vacuno para el tratamiento de pequeños rumiantes (Fox *et al.*, 1992, Mercier *et al.*, 1998, Las Heras *et al.*, 2.000, Chaffer *et al.*, 2.003, Gonzalo *et al.*, 2004).

Por otro lado, en los estudios realizados hasta la fecha no se han examinado en detalle los diversos factores que pueden influir en su éxito, como la duración del periodo seco, el cual puede ser crucial para la producción de leche posterior, siendo fundamentales este tipo de investigaciones con el fin de lograr la optimización de la producción mientras se reduce al mínimo el uso de antibióticos.

### **1.5. Manejo reproductivo**

Dada la relevancia de este grupo de factores dentro del presente trabajo de tesis doctoral, a pesar de estar incluidos dentro de los factores ambientales que afectan a la productividad en el ovino, los desarrollaremos en capítulo aparte.

En los rumiantes lecheros es obvio que debe suceder el parto para que el animal comience a producir leche, y por lo tanto a rentabilizar la inversión que se ha hecho en él desde que nació y hasta que pare por primera vez. Este hecho es la causa de la enorme relevancia que tiene la reproducción y el manejo reproductivo en general en la producción animal, pero más especialmente en las especies productoras de leche.

Debemos tener claro que una manera sencilla de maximizar la productividad de un rebaño es minimizando los días improductivos de cada animal. Esto es, los días en los que no están dando leche (Ruiz Mantecon, 2009). En gran medida, este número de días viene determinado por su estado y ritmo reproductivo. En primer lugar, por el momento en el que comienza a dar leche por primera vez (determinado por el índice que llamamos Edad al Primer Parto), y posteriormente, por el tiempo que se deja en secado antes del parto siguiente, a su vez determinado por la rapidez con la que volvió a quedar gestante tras el parto (Radostits, 2001).

### 1.5.1. Edad al primer parto (EPP)

La vida productiva de una oveja, como la de otros animales domésticos, está fuertemente determinada por la EPP y el intervalo entre partos. La EPP es crucial, no sólo porque determina la precocidad de la vida productiva y reduce de manera drástica el número de días improductivos de los animales si es reducida, sino también porque afecta a los rendimientos productivos de toda la vida productiva del animal, así como a su longevidad tal y como se ha demostrado en otros rumiantes lecheros (Bach, 2011).

En el ganado vacuno lechero, existe gran cantidad de información acerca de los efectos de la edad al primer parto sobre los registros productivos y fisiológicos individuales, así como sobre la rentabilidad colectiva del rebaño (Hare *et al.*, 2006). Determinar la edad óptima del primer parto ha sido el objetivo de numerosos estudios que evaluaron el efecto del genotipo, el medio ambiente y la gestión, tanto en ganado de carne (Donaldson, 1968; Pinney *et al.*, 1972; Chapman y Young, 1978) como en ganado lechero (Gill y Allaire, 1976; Lin *et al.*, 1988; Moore *et al.*, 1991; Ettema y Santos, 2004; Haworth *et al.*, 2008).

La edad al primer parto sólo puede ser modificada variando el intervalo entre el nacimiento y la concepción. En vacuno se ha establecido que el óptimo de producción se obtiene en el punto en el que el incremento del tamaño de la novilla al parto es menor al incremento de producción láctea, punto que se sitúa en la raza Holstein de vacuno lechero en el 85% del peso vivo adulto con una condición corporal de la novilla de 3 en el momento del parto (Quigley *et al.*, 1996). Cuando las novillas paren por debajo del peso-tamaño óptimo no llegan a alcanzar su potencial productivo una vez entran en lactación.

Por otro lado, al reducir la edad al primer parto reducimos el número de novillas a criar en la explotación para mantener un mismo número de animales en ordeño, lo que reduce directamente los costes de producción asociados a la cría.

Por todo lo anterior, es necesario un buen crecimiento durante la fase de cría que permita que las novillas alcancen el grado de desarrollo adecuado para su inseminación de forma temprana (13-15 meses) y con ello, una edad al primer parto adecuada (Quigley *et al.*, 1996).

Numerosos estudios, tanto epidemiológicos como experimentales, asocian la edad al primer parto con la producción futura del animal; así como la importancia de alcanzar un peso corporal al parto suficiente incide sobre la futura producción láctea del animal, lo que ha puesto de manifiesto la importancia de la alimentación de las novillas durante toda la fase de la recría, a fin de optimizar su potencial productivo (Van Amburgh *et al.*, 1998; Britt *et al.*, 1998; Le Cozler *et al.*, 2008).

Como consecuencia de ello, el objetivo común de la mayor parte de las explotaciones de vacuno lechero con buenas prácticas de manejo y alimentación durante la recría, es, por lo general, una edad al primer parto de 23-24 meses (Le Cozler *et al.*, 2008; Duplessis *et al.*, 2014).

Por el contrario, la información sobre la EPP óptima en ovejas lecheras es limitada, principalmente porque la mayoría de los sistemas de producción ovina incluyen el pastoreo sin un manejo de cría intensivo, permitiendo periodos de amamantamiento prolongados en el intervalo entre lactaciones (Gabiña *et al.*, 1993; Fuertes *et al.*, 1998; Barillet *et al.*, 2001; Morrissey *et al.*, 2008; Ramón *et al.*, 2010).

Bajo regímenes de manejo no intensivo, las ovejas que alcanzan su primer parto más jóvenes tienen una producción menor durante la primera lactación (Buxadé, 1996). Estos resultados se han descrito en distintas razas, como la Latxa (Gabiña *et al.*, 1993) y Awassi (Gootwine y Pollott, 2000), así como en vacas lecheras (Moore *et al.*, 1991; Pirlo *et al.*, 2000; Haworth *et al.*, 2008), con disminuciones de hasta un 20% en las corderas que tienen su primera lactación al año de vida frente a las de dos años, y de un 30% en relación a las de tres años (Buxadé, 1996). De hecho, en el estudio de Gabiña y colaboradores (Gabiña *et al.*, 1993) en ovejas de raza Latxa, las ovejas que iniciaban la lactación a los dos años producían un 60% más leche en su primera lactación que las que parían por primera vez al año de edad.

Sin embargo, no hay que olvidar que las corderas que paren al año de vida presentan la ventaja de alcanzar producciones vitales acumuladas notablemente superiores a las cubiertas más tardíamente (Buxadé, 1996).

Hemos comprobado que la información disponible sobre la influencia de la edad al primer parto (EPP) en manejo intensivo es escasa. Disponemos de estudios en los que se ha evaluado el rendimiento de razas israelíes, como la Awassi y la Assaf, mantenidas en régimen intensivo (Gootwine y Pollott, 2000; Pollott y Gootwine, 2004). Estos estudios confirman, análogamente a los estudios basados en ganado vacuno lechero, que la influencia de la EPP es la clave en el rendimiento de las ovejas y, por lo tanto, en la rentabilidad y la viabilidad de las granjas. Sin embargo, al igual que ocurre en el ganado vacuno, es probable que la EPP óptima en ovejas dependa de la raza y sistema de producción, por lo que en este trabajo evaluaremos la edad óptima al primer parto en ovejas de raza Lacaune bajo condiciones intensivas de producción.

En el estudio efectuado en la raza Assaf bajo condiciones intensivas (Pollott y Gootwine, 2004), cada mes que se retrasaba la edad al primer parto de las corderas respecto de 10,2 meses, se incrementaba la producción en 3,7 l ( $P<0,001$ ) y el tamaño de camada en 0,009 corderos ( $P<0,05$ ). De modo que cubrir las corderas un año más tarde daba lugar a más leche (44,4 l) y más corderos (0,108) durante su primera lactación.

Por otro lado, el estudio realizado en ovejas Awasi mejoradas bajo manejo intensivo, probaba cómo la producción de la primera lactación aumentaba a mayor EPP hasta los 20 meses de edad en que se mantenía estable, pero siempre siendo menor la producción que la de la segunda lactación (Gootwine y Pollott, 2000).

### 1.5.2. Intervalo entre partos y efecto de la gestación

En las razas Awassi y Assaf los animales con mayor producción presentan un mayor intervalo parto-cubrición fecundante y por tanto un mayor intervalo entre partos (Eyal *et al.*, 1978; Kassem *et al.*, 1989; Gootwine y Pollott, 2000). Este hecho explicaría el largo intervalo entre partos en la raza Awassi mejorada: 330 días con una producción de 506 l (Gootwine y Pollott, 2000).

La asociación entre la elevada producción y la baja fertilidad ha sido bien documentada en vacuno lechero (Butler y Smith, 1989) y se explica parcialmente por el efecto adverso que ejerce sobre la reproducción el balance energético negativo experimentado por las vacas de alta producción al inicio de la lactación (Chagas *et al.*, 2007; Leroy *et al.*, 2008; Walsh *et al.*, 2011). Aunque estudios de revisión recientes también ponen en duda este axioma y plantean que no sea un problema estrictamente del nivel productivo (Bello *et al.*, 2012)

Por otro lado, se ha descrito cómo la concepción reduce la producción en razas ovinas de alta producción lechera como la Awassi y sus cruces (Gootwine y Pollott, 2000; Pollott y Gootwine, 2004). Según el trabajo de Pollott y Gootwine (Pollott y Gootwine, 2004), el momento en que tiene lugar la concepción afecta negativamente a todos los parámetros de la curva, con la excepción del máximo potencial secretor.

La concepción tiene un efecto a corto plazo con un incremento de la producción entre una y dos semanas posconcepción, seguido de niveles similares a los preconcepción a las cuatro semanas y posteriormente una caída en la producción a medida que avanza la gestación (Pollott y Gootwine, 2004). Para evitar este efecto, en los países mediterráneos las ovejas se suelen ordeñar de forma estacional durante 180 días, de forma que no se solapen ordeño y gestación (Barillet *et al.*, 2001).

Sin embargo, si queremos evitar la estacionalidad en la producción y maximizar la rentabilidad, es necesario que la gestación se solape para evitar largos periodos secos y una menor producción por oveja presente/año, entre otros. Por ello, un estudio realizado en

ovejas cruzadas con East-Friesian en Australia, manejadas para parir cada nueve meses, cubriéndose a los 120 días posparto, evaluó el efecto de la gestación sobre la producción (Morrissey *et al.*, 2008).

En el mismo se evidenció cómo aunque a día 67 de gestación dicha gestación incrementaba significativamente la tasa de reducción de la producción ( $12,9 \pm 0,6$  ml/d vs.  $9,0 \pm 0,5$  ml/d,  $P < 0,001$ ) y reducía el número de días en ordeño ( $172 \pm 2,9$  d vs.  $181 \pm 2,6$  d,  $P = 0,022$ ), no afectaba significativamente a la producción total de leche ( $246 \pm 7$  l vs.  $259 \pm 7$  l,  $P = 0,193$ ).

### 1.5.3. Longitud del periodo seco

La duración del período seco (DPS) es crucial, no sólo porque influye en la productividad de la próxima lactación, sino también porque afecta a la salud de los animales lecheros. En el ganado bovino lechero, una gran cantidad de información pone de manifiesto los efectos de la DPS en la productividad, la salud y la fisiología de los animales, así como en la rentabilidad colectiva de la manada (Bachman y Schairer, 2003; Grummer, 2007; Bernier-Dodier *et al.*, 2011; Pinedo *et al.*, 2011).

De hecho, en los últimos años ha habido un interés en acortar la duración del que había sido durante años considerado como período seco óptimo de 51-60 días, a fin de reducir el periodo improductivo del animal. La evolución del sistema de producción llevó a reevaluar la validez de este periodo seco determinado en base a estudios retrospectivos y ha llevado a reconsiderar la duración del periodo seco óptimo. Todo ello ha conducido a la realización de numerosos estudios a fin de evaluar la idoneidad de periodos secos cortos, siendo los DPS considerados como más apropiados en las vacas actuales, por lo general, de entre 30-35 días de duración (Bachman y Schairer, 2003; Van Knegsel *et al.*, 2014; Rastani *et al.*, 2005; Santischi y Lefebvre, 2014).

Los estudios más actuales indican que en vacas multíparas, si bien se observa una pérdida de producción de leche de entre el 5 y el 6% durante la lactación posterior cuando la DPS se reduce aproximadamente a 30 d, la leche adicional producida durante esos 30 d extra de lactación previos al secado compensa parte de la pérdida de la lactación subsiguiente

(Rastani *et al.*, 2005; Watters *et al.*, 2008; Santschi *et al.*, 2011). Sin embargo, los resultados son más dudosos en vacas que terminan su primera lactación, con reducciones de entre el 7,8 y el 11,4% de producción tras periodos secos cortos en novillas de primer parto (Watters *et al.*, 2008) frente a pequeñas diferencias no significativas, como la reducción del 4,4%, en el estudio de Santschi y colaboradores (Santschi *et al.*, 2011). La posible causa de esta diferencia puede deberse a la edad al primera parto, siendo la hipótesis de Santischi y Lefebvre que las novillas con EPP más temprana requieren un DPS más prolongado al finalizar la lactación para finalizar el completo desarrollo tisular (Santischi y Lefebvre, 2014).

Además, en las últimas décadas se han publicado numerosas revisiones y estudios acerca de los efectos del DPS corto no sólo sobre la producción de leche y su composición, sino también sobre la reproducción, la salud de la ubre y más recientemente sobre otros parámetros de importancia económica, como la salud metabólica de la vaca o la tasa de desecho (Bachman y Schairer, 2003; Grummer y Rastani, 2004; McGuire *et al.*, 2004; Overton, 2005; Grummer 2007; Grummer *et al.*, 2010; Pezeshki *et al.*, 2010; Gumen *et al.*, 2011). De hecho, a fin de maximizar la producción y evitar los efectos positivos sobre la vaca en transición, Santischi y Lefebvre (2014) apuntan a realizar un periodo seco mínimo de 29 días, para lo que recomiendan un DPS objetivo de 35 días. Sin embargo, aún son necesarios más estudios que incluyan el manejo y la alimentación de la vaca seca, a fin de comprender las variaciones que se encuentran entre explotaciones en los distintos estudios.

Por el contrario, el conocimiento acerca de la duración óptima del periodo seco en el ovino lechero es escaso, principalmente debido a que la mayor parte de los sistemas de producción ovinos son tradicionales y no incorporan un manejo intensivo de la reproducción, lo que implica largos periodos de amamantamiento del cordero en la primera fase de la lactación que alarga mucho el intervalo parto-concepción (Gabiña *et al.*, 1993; Fuertes *et al.*, 1998; Barillet *et al.*, 2001; Morrissey *et al.*, 2008; Ramón *et al.*, 2010). De hecho, los principales estudios que han evaluado los factores que afectan a la producción láctea y a la curva de lactación no han incluido la DPS (Ruiz *et al.*, 2000; Peralta-Lailson *et al.*, 2005; Oravcová *et al.*, 2006). En lugar de esto, los autores se han centrado en duración de la lactación, con dos estudios que informaron que ésta no influye en la producción de leche en las razas israelíes Awassi y Assaf bajo un manejo intensivo (Gootwine y Pollott, 2000; Pollott y Gootwine, 2004).



**JUSTIFICACIÓN**



## **2. JUSTIFICACIÓN**

La raza ovina lechera Lacaune, originaria de Francia a partir de la fusión de diferentes razas locales, es la responsable de producir la leche que se utiliza para la elaboración del queso Roquefort. Esta raza, sometida a un riguroso esquema de selección genética desde hace más de 30 años, se ha convertido en una de razas ovinas lecheras de mayor rendimiento del mundo, con una producción acumulada de 283 l en lactaciones medias de 160 días (Barillet *et al.*, 2001). Desde 1992, 17 países, entre ellos España, han importado de Francia animales seleccionados de raza Lacaune a través de la asociación oficial de criadores. Los sistemas productivos en estos países no enmarcados dentro de la región de Roquefort son muy distintos al manejo tradicional impuesto para la Denominación de Origen de este queso, y sin embargo, la información referente a índices y objetivos en los sistemas productivos de ovejas de raza Lacaune en manejo intensivo es escasa.

Si bien, aunque disponemos de algunos datos preliminares respecto a la producción media de esta raza en España, descritos por la cooperativa COVAP, de medias de 405 litros por lactación con lactaciones medias de 175 días de duración (Gil *et al.*, 2003); y por AESLA, con datos medios de 304 kg de leche por lactación estandarizada a 160 días de ordeño (Disposición 13976 del BOE núm. 198 de 2011), carecemos de medidas estandarizadas generales y de indicaciones de manejo adaptadas a estas ovejas, grandes productoras.

Así pues, identificada esa carencia de información, nos planteamos en este trabajo de tesis, comenzar a rellenar esta laguna de conocimiento desde un enfoque predominantemente práctico y en base al aprovechamiento de la multitud de datos productivos y reproductivos individuales y diarios disponibles en una granja comercial de ovejas de raza Lacaune.

Al tratarse de un sistema intensivo, altamente estandarizado y reproducible, la relevancia de los resultados y conclusiones derivados de este trabajo serán máximos, pudiendo ser útiles no sólo para otras explotaciones similares con la misma raza y en nuestro país, sino para cualquier otro sistema intensivo y para cualquier otra raza lechera, tanto en España como en cualquier otro país.

El objetivo básico en el sistema productivo, como se mencionó anteriormente, es minimizar los días improductivos de cada oveja en su vida.

Por otro lado, también se ha comentado que estos días improductivos vienen determinados, a su vez y casi de manera absoluta, por el ritmo reproductivo, así que ha sido éste el ámbito en el que hemos querido centrar nuestros trabajos, intentando fijar y encontrar los índices objetivo ideales para un sistema productivo intensivo de oveja lechera de raza Lacaune, siendo los más relevantes y los primeros a fijar cuando se comienza el ciclo productivo los siguientes: la edad al primer parto; la longitud del periodo de secado, que, de manera indirecta, viene determinada por el ritmo reproductivo y el manejo de dicho periodo de secado.

## **OBJETIVOS**



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Descripción y caracterización de índices productivos y reproductivos básicos que determinan la productividad de la raza ovina Lacaune de aptitud lechera en condiciones intensivas de producción y manejo del periodo seco óptimo de esta raza en dicho sistema.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinación de la edad óptima al primer parto: Capítulo 1 (artículo primero derivado de la presente memoria de tesis; anexo I)
  
2. Determinación de la longitud óptima del periodo de secado: Capítulo 2 (artículo segundo derivado de la presente memoria de tesis; anexo I)
  
3. Determinación de la idoneidad de la terapia antibiótica de secado sistemática: Capítulo 3 (artículo tercero derivado de la presente memoria de tesis; anexo I)





**ESTUDIOS DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS**



#### **4. ESTUDIOS DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS BÁSICOS DE LA RAZA OVINA LACAUNE LECHERA EN CONDICIONES INTENSIVAS DE PRODUCCIÓN**

##### **Capítulo 1: influencia de la edad al primer parto sobre el rendimiento reproductivo y productivo de la oveja Lacaune bajo un sistema de manejo intensivo**

El objetivo de este estudio fue investigar la Edad al Primer Parto (EPP) en ovejas lecheras de raza Lacaune bajo gestión intensiva mediante la evaluación del efecto de la EPP en el rendimiento reproductivo y productivo, para determinar el intervalo óptimo y objetivo de dicha EPP.

##### **Material y métodos**

###### *Animales y manejo de granja*

Este estudio incluye datos reproductivos y productivos de 3.088 ovejas primíparas de raza Lacaune de una sola granja, tomados entre 2005 y 2010.

Las ovejas pertenecían al rebaño de 3.500 ovejas de la explotación “Granja Cerromonte” (Ávila, clima continental, latitud 40° 90’ N, altitud 900 m). El rebaño original se importó de la Asociación Francesa Lacaune (Upa Lacaune Región de Aveyron), entre 2005 y 2006. En dicha explotación los animales se alojan en patios cubiertos, pero expuestos a las condiciones naturales de fotoperiodo y termoperiodo, y se supervisan para mantener un estado sanitario adecuado y frente a patógenos específicos. En cuanto a la alimentación, las raciones se establecen de acuerdo al nivel de producción, basadas en maíz, soja, pulpa de remolacha deshidratada, alfalfa, ensilado de centeno y bagazo de destilería. El manejo reproductivo incluye cinco períodos de apareamiento al año (espaciados a intervalos de aproximadamente 75 días), en los que las ovejas permanecen con los machos durante 25 días para permitir la monta natural.

El manejo reproductivo de las corderas consiste en la sincronización de celo mediante la inserción de esponjas intravaginales impregnadas con progestágeno (20mg de acetato de fluorogestona, FGA, Chronogest<sup>®</sup>, MSD, Boxmeer, Holanda) durante 14 días, junto a 400 UI de eCG (Folligon<sup>®</sup>, MSD, Boxmeer, Holanda) el día de la retirada de la esponja. Tras un intervalo de 36 horas, se introducen los machos en los parques, donde se mantienen

durante 25 días para permitir la monta natural, a excepción de 350 corderas en 2009 y 700 ovejas y corderas en 2010, que fueron inseminadas artificialmente, vía laparoscópica, con semen congelado de carneros de raza Lacaune. En los grupos sincronizados de apareamiento la relación hembra/macho es de 5:1. El diagnóstico de gestación se realiza por ecografía transabdominal en todas las ovejas entre 35 y 60 días tras la monta. Aproximadamente entre los 100-140 días posteriores al parto, las ovejas se vuelven a incluir en grupos de cubrición.

En cuanto al manejo productivo, las ovejas se ordeñan dos veces al día hasta que la producción de leche cae por debajo de 0,5 l/d, o hasta el día 30 antes del próximo parto, momento en el que se secan. Los corderos pasan a lactancia artificial desde el momento del parto y se destetan cuando alcanzan un peso vivo de 10 kg, aproximadamente a los 30 días después del nacimiento. A partir de ese momento se alimentan a base de pienso y heno, para alcanzar el objetivo del 75% del peso vivo adulto en 6-7 meses.

Algunas de las corderas consideradas en este estudio (n=404), las más jóvenes se cubrieron antes de los 210 días y un total de 522 corderas se cubrieron entre los 210 y 240 días de edad la primera vez, y las corderas restantes (n=2.162), eran mayores de 240 d (>7m de edad) en su primera temporada de reproducción. De media, las corderas tenían 270 d (9 meses) a la primera inseminación o cubrición.

Finalmente, un total de 2.197 de estas 3.088 corderas tuvieron su primer parto durante la estación normal de partos (diciembre-mayo) y 891 ovejas parieron en contraestación (junio-noviembre).

### *Grupos experimentales y parámetros medidos y calculados*

Se identificaron cuatro grupos experimentales de ovejas en base a la EPP, incluyéndose un total de 2.995 animales que hicieron su primer parto en la granja (se prescindió de aquellas ovejas con primeras lactaciones externas al rebaño; n=93): grupo P (“corderas precoces”, n=926, en el artículo original grupo E por sus siglas en inglés de *Early*): ovejas que quedaron gestantes antes de los 240 días de edad y que, por lo tanto, parieron antes de 390 d; grupo M (“corderas medianas”, n=1.127): ovejas que se aparearon entre los 241 y 300 d, y parieron entre 391 y 450 d; grupo T (“corderas tardías”, n=664; en el artículo original grupo L por sus siglas en inglés de *Late*): ovejas que se aparearon entre los 301 y 360 d y parieron entre 451 y 510 d; grupo V (“corderas veteranas”, n=278, en el artículo original grupo A, por sus siglas en inglés de *Aged*): ovejas que se aparearon tras 361 días de vida y parieron después de 511 d.

En el estudio se evaluaron los parámetros productivos y reproductivos, y la longevidad de las ovejas en los diferentes grupos.

Los registros sobre el rendimiento fueron recogidos, almacenados y validados usando el *software* de la aplicación Alpro para Windows (DeLaval, Tumba, Suecia), del cual se disponía en la explotación. Solo se incluyeron las lactaciones superiores a 120 d (considerando las últimas lactaciones de cada oveja), con el fin de evitar los datos de lactaciones con producciones anormalmente bajas debido a causas diferentes de la capacidad productiva. En total, se incluyeron datos de 7.399 partos y 7.035 lactaciones. De estas 7.035 lactaciones, 2.995 fueron de primera lactación (42,6%), 2.065 de segunda (29,3%), 1.213 de tercera (17,2%), 524 de cuarta (7,5%), 211 de quinta (3%) y 27 de sexta (0,4%). Para cada parto/lactación se registró la siguiente información: fecha de nacimiento, fecha de primer parto, fecha de partos sucesivos, fecha de secado, número de lactaciones, producción total de leche por lactación, días en leche (DEL) y fecha de baja.

La "lactación productiva" se diferenció de la "lactación" y se definió como lactaciones que duraban más de 120 DEL (tabla 1 del artículo original; primer artículo; anexo I). Los parámetros productivos a través del tiempo se calcularon por día o año de vida, o por día o año de "vida productiva" (la vida del animal desde su primer parto).

**Los parámetros productivos** (expresadas en litros de leche), se determinaron en base a los siguientes índices:

- **partos/oveja** (Par).
- **número de lactaciones productivas/oveja/vida** (Pla, por sus siglas del inglés, *Productive Lactations*).
- **número de lactaciones/oveja/año de vida** (LaL por sus siglas del inglés, de *Lactations in Life*).
- **número de lactaciones/oveja/año de vida productiva** (LaPL por sus siglas del inglés, *Lactations in Productive Life*).
- **rendimiento total de leche/oveja durante toda su vida** (TL, por sus siglas del inglés de *Total Life*).
- **producción de leche/lactación** (MLA por sus siglas del inglés, *Milk per Lactation*).
- **producción de leche/días en leche** (MDM por sus siglas del inglés, *Milk per Day in Milk*) en cada lactación y durante su vida productiva.

**Los parámetros reproductivos** (expresados en días) se determinaron en base a:

- **intervalo parto-concepción** (LCI, por sus siglas del inglés, *Lambing-Conception Interval*).
- **intervalo entre partos/oveja durante toda su vida** (LI por sus siglas del inglés, *Lambing Interval*) e intervalo entre partos en cada lactación (LCI1-2; LCI2-3; LCI3-4, y así sucesivamente).

**La longevidad** se determinó a partir de toda la vida productiva de la oveja (ovejas sacrificadas o muertas en explotación; n=1334).

- **edad al sacrificio** (expresada en días),
- **número de lactaciones productivas/oveja** (PLa),
- **número de lactaciones/oveja/año de vida productiva** (LaPL).

### *Análisis estadístico*

Todos los datos recopilados se resumieron para la determinación de los efectos de la EPP sobre los parámetros productivos y reproductivos previamente descritos, y la longevidad de las ovejas. El programa utilizado fue el SPSS® 15.0 (IBM Corporation, Nueva York NY, EE.UU.). Las diferencias estadísticas en los parámetros continuos para más de dos grupos se estimaron mediante análisis de varianza (ANOVA), pero también se realizaron las pruebas de Student-Newman-Keuls, y de Duncan post hoc para contrastar las diferencias dentro de los grupos.

Para comparar dos grupos (datos productivos de las ovejas clasificadas por la edad a la pubertad y por la temporada de su primer parto) se utilizó la prueba de *t* de Student. Las medidas repetidas (comparaciones entre lactaciones sucesivas o intervalos de parto de las mismas ovejas) se analizaron y estimaron mediante ANOVA para medidas repetidas asumiendo esfericidad. Para las variables con varianza no esférica, se utilizó un nivel de significación de Greenhouse. La relación entre los diferentes parámetros y la EPP, considerados como variables continuas, se evaluó mediante análisis de correlación de Pearson y procedimientos de regresión lineal.

## **Resultados**

### *Parámetros productivos y de eficiencia reproductiva global del rebaño*

El intervalo desde el nacimiento hasta la concepción fue de  $287,9 \pm 78,8$ d (9,6 meses), con una edad media al primer parto de  $432,9 \pm 78,8$ d (14,4 meses).

Los principales datos sobre el comportamiento productivo del rebaño durante el período de estudio se resumen en la Tabla 2 (primer artículo; anexo I). Tanto la producción de leche/lactación como la producción por día en leche (Milk/DIM, por sus siglas del inglés, Milk per Day in Milk) disminuyeron con el número de lactaciones ( $P < 0,0001$ , figura. 1A; primer artículo; anexo I) de modo que estos dos parámetros se redujeron significativamente entre la primera y segunda lactancia ( $P < 0,01$ ) y también entre la tercera y la cuarta ( $P < 0,0001$ ). Sin embargo, sólo uno de los parámetros (la producción de leche/lactación) disminuyó entre la segunda y la tercera ( $P < 0,01$ ), manteniéndose una producción por día similar. Los parámetros reproductivos se vieron afectados por la edad de la oveja ( $P < 0,0001$ ; figura 1B; primer artículo; anexo I), mostrando un intervalo entre partos que se iba reduciendo con la edad.

El rendimiento productivo también resultó afectado por la edad de inicio de la cubrición, de tal manera que las ovejas que se cubrieron de manera tardía ( $> 210$ d) tuvieron mayor ( $P < 0,0001$ ) productividad que las ovejas que se cubrieron precozmente (Tabla 3; primer artículo; anexo I). No se observaron diferencias en la producción total de leche/oveja ni en la producción de leche/DEL entre ovejas que tuvieron su primer parto en la temporada natural o en contraestación. Sin embargo, estas últimas mostraron una mayor producción por lactación respecto de aquéllas que parieron en la temporada natural ( $P < 0,05$ ).

La Tabla 4 (primer artículo; anexo I) resume los parámetros productivos y reproductivos de las ovejas con diferentes EPP durante el período de estudio. Las ovejas de los grupos P y M parieron 0,2 veces más y tuvieron 0,25 lactaciones más productivas que las ovejas del grupo T. Además, los grupos P y M parieron 0,5 veces más a menudo y tuvieron 0,49 lactaciones productivas más que las ovejas del grupo V ( $P < 0,0001$ ). Este último grupo también mostró un significativo menor rendimiento total de leche por oveja (TL) que los otros grupos ( $P < 0,0001$ ).

Por otro lado, el grupo M tendía a producir más leche (alrededor de 1.051 l) que los otros grupos (989 l y 859 l para los grupos T y V, respectivamente) y a tener una producción similar a la del grupo P. En la Tabla 5 (primer artículo; anexo I), se muestra la producción de leche de las tres primeras lactaciones. En ellas, la producción lechera/lactación se vio afectada por la EPP ( $P < 0,05$ ), siendo significativamente menor en el grupo V durante la

segunda y tercera lactación ( $P<0,05$ ) en comparación con los grupos P y M. Las ovejas del grupo P produjeron menos leche en la primera lactación que los otros grupos ( $P<0,0001$ ). Si bien la productividad durante la segunda y tercera lactaciones fue la más alta de todos los grupos, siendo este grupo tuvo la producción más alta, considerando el total de las tres primeras lactaciones (Figura 2; primer artículo; anexo I).

Del mismo modo, se observó el efecto de la EPP sobre la duración del periodo seco hasta la tercera lactación, de manera similar a los datos de producción. En la primera lactación, el grupo con el período seco más corto fue el grupo T, mientras que el período seco del grupo V fue significativamente más largo que el del grupo P en la segunda lactación ( $P<0,05$ ) y que el de todos los otros grupos en la tercera lactación ( $P<0,05$ ).

Los parámetros reproductivos también resultaron afectados por la EPP. El grupo P tuvo un intervalo entre partos más corto que los otros grupos entre la primera y segunda lactación ( $P<0,0001$ ). Además, los grupos M y T también tuvieron un intervalo entre partos más corto que el del grupo V ( $P<0,0001$ ). No se encontraron diferencias para dicho intervalo en lactaciones posteriores, ya fuera entre los grupos o entre diferentes lactaciones (datos no mostrados). Sin embargo, la media del intervalo entre partos por oveja se vio afectada por la EPP, siendo más corto en el grupo P en comparación con los otros grupos ( $P<0,0001$ ). Los Grupos M y T también presentaron un intervalo entre partos más corto que el grupo V ( $P<0,0001$ ).

### *Efecto de la EPP en la longevidad*

En las 1.334 ovejas de las que se registró toda la vida productiva, la EPP se correlacionó negativamente con el número de lactaciones en vida ( $r=0,26$ ;  $P<0,0001$ ), con el número de lactaciones productivas/oveja y año de vida ( $r= -0,40$ ;  $P<0,0001$ ) y con la producción total de leche por oveja en vida ( $r= 209$ ;  $P<0,0001$ ). Por lo tanto, las ovejas más precoces fueron mayor vida productiva que los grupos M y T, y más productoras que los anteriores y que las del grupo V.

## **Discusión**

La gestión y el manejo adecuados de los animales para optimizar el potencial productivo y reproductivo de una raza lechera altamente seleccionada, como es la raza Lacaune en condiciones intensivas, pueden ser muy importantes para los productores de leche ovina. El presente estudio ofrece, por primera vez, información sobre la influencia de la edad al primer parto sobre parámetros productivos y reproductivos de ovejas Lacaune mantenidas bajo condiciones de manejo intensivo.

Los resultados indican que las ovejas con una EPP muy retrasada (>510 días; 17 meses), mostraron una vida productiva más corta, produjeron menos leche y parieron menos veces a lo largo de su vida que las hembras con una EPP más temprana.

En la producción de leche no pareció influir el mes en el cual tuvo lugar el primer parto. Por el contrario, se observó que este factor afectaba fuertemente a la productividad y a la eficiencia reproductiva de ovejas de otras razas lecheras (Assaf, Awassi o Churra), tanto en régimen intensivo (Gootwine y Pollott, 2000; Pollott y Gootwine, 2004) como no intensivo (El-Saied *et al.*, 2006). La influencia del mes del año de nacimiento y del mes del año del primer parto en estos trabajos se explica principalmente por la influencia del fotoperiodo en la producción de leche y la actividad peripuberal de la cría (Gootwine y Pollott, 2000; Pollott y Gootwine, 2004; El-Saied *et al.*, 2006).

Nuestro trabajo sugiere un efecto más débil del fotoperiodo y termoperiodo sobre los rendimientos productivos y reproductivos de las ovejas Lacaune. Esta diferencia con otros trabajos puede ser debida al genotipo (son razas distintas), ya que, como indican los autores anteriores, la raza Lacaune es menos sensible al fotoperiodo que otras razas lecheras como la Assaf (Ramírez-Andrade *et al.*, 2008) y la Manchega (Palacín *et al.*, 2008). Al mismo tiempo, esta característica puede indicar que las prácticas de manejo pueden minimizar la influencia del medio ambiente de alguna manera, ya que las ovejas criadas bajo condiciones intensivas (sin pastoreo) no se verán tan afectadas por las variaciones estacionales de la disponibilidad de alimentos y de termoperiodo que influyen en el rendimiento de los animales (Finocchiaro *et al.*, 2005). Así pues, esta influencia se reduce mediante soluciones tecnológicas y prácticas de gestión, como ocurre en el ganado bovino lechero (West, 2003; Flamenbaum y Galones, 2010).

En general, el análisis de nuestros resultados sobre los efectos de la EPP en la producción de leche indica que el promedio de partos/oveja y lactación productiva/oveja durante toda la vida productiva se maximiza en ovejas paridas antes de los 450 días de vida. Estas hembras tenían 0,2 veces más partos y 0,25 veces lactaciones más productivas que las ovejas con EPP entre 451 y 510 d, y 0,5 veces más partos y

lactaciones productivas que las ovejas con EPP superiores a 510 d. Sin embargo, tenemos que tener en cuenta que las ovejas con una EPP muy temprana (menos de 12 meses) eran menos productivas en términos de rendimiento total de leche/oveja, producción de leche/DEL de lactaciones productivas y producción de leche/lactaciones productivas. Esto es debido, probablemente, a un menor desarrollo corporal (y de la ubre) en el momento del primer parto.

Las medias productivas, tanto por lactación como por DEL, disminuyeron con la edad, lo que es debido a que el potencial máximo de secreción máxima disminuye durante la lactación, tanto en cantidad como en longitud (Pollot y Gootwine, 2004). Las hembras con EPP > 390d alcanzaron su máxima productividad de leche durante la primera lactación, y en ella la cantidad total de leche fue mayor que la obtenida de ovejas más jóvenes. Estos resultados son similares a los reportados previamente para diferentes razas (Lacaune, Barillet *et al.*, 1992; Latxa, Gabina *et al.*, 1993; Awassi, Gootwine y Pollott, 2000) y también en el ganado bovino lechero (Moore *et al.*, 1991, Pirlo *et al.*, 2000; Haworth *et al.*, 2008). Nuestros resultados muestran que las ovejas con una EPP entre 390 y 450d produjeron aproximadamente 45l más en la primera lactación que aquellas que parieron antes de 390 d. Por otra parte, estas últimas alcanzaron su rendimiento máximo en la segunda lactación, probablemente debido al insuficiente desarrollo de la ubre (Pollot y Gootwine, 2004), siendo finalmente más productivas numéricamente que las del grupo M. De esta forma, la producción total durante la vida de las ovejas también se vio afectada. Pollott y Gootwine (2004) describen resultados similares en ovejas Assaf con una edad promedio al primer parto de 438d (14,6 meses).

Además, una edad al primer parto tardía se correlaciona con una vida productiva más corta. Las ovejas que parieron con una edad superior a 510 días tuvieron rendimientos lecheros más bajos que las ovejas de todos los grupos a partir de la segunda lactación.

Nuestro estudio también encontró efectos de la EPP sobre los rendimientos reproductivos, principalmente en el intervalo entre partos entre la primera y segunda lactación, y en la media de dicho intervalo durante toda la vida. Las corderas que parieron a una edad más temprana (EPP < 390d), mostraron un intervalo entre partos entre 10 y 20 d más corto, aproximadamente, que las otras ovejas. Este hallazgo es opuesto a lo descrito en otros trabajos (Pollott y Gootwine, 2004), donde no se encontró tal efecto de la EPP. Por lo tanto, nuestros resultados pueden ser un efecto indirecto de la menor producción de leche, dado que estas ovejas con menor producción serán cubiertas más pronto que aquellas con mayor producción (decisión lógica del productor). Dicho efecto puede ser un dato importante a tener en cuenta en las condiciones actuales de producción intensiva de leche. De manera similar a los parámetros productivos, el

intervalo entre partos disminuyó ligeramente con el número de lactación. En este caso, nuestros resultados coinciden con estudios previos (Gootwine y Pollott, 2000; Pollott y Gootwine, 2004), y de nuevo pueden reflejar el hecho de que, en los sistemas analizados, las ovejas con menos producción se cubren antes.

Los resultados obtenidos añaden información valiosa sobre el efecto de la EPP, escaso en general en el ovino en manejo en intensivo, a pesar de su importancia. Por el contrario, la información correspondiente sobre la EPP es muy abundante en ganado bovino lechero (Gill y Allaire, 1976; Lin *et al.*, 1988; Ettema y Santos, 2004; Nilforooshan y Edriss, 2004; Haworth *et al.*, 2008). Así pues, varios estudios han demostrado, de manera similar, que una EPP temprana (entre 22 y 26 meses) es beneficiosa, tanto para la producción de leche como para la vida productiva de la vaca; estos resultados sostienen que se deben evitar los partos demasiados tempranos (<22 meses). En conclusión, lo que es evidente es que la EPP en ovejas o vacas tiene un efecto fundamental sobre la vida y el rendimiento de los animales de producción lechera.

La optimización de la EPP es rentable no sólo porque aumenta la vida productiva, sino también porque reduce, principalmente, el coste que supone alimentar a los animales no productivos. Por ejemplo, en la granja donde se realizó el estudio, el coste diario estimado de alimentación de las corderas fue de 0,19 €/oveja ( $\pm 10\%$ , dependiendo del año y dejando a un lado otros gastos). Por lo tanto, retrasar un mes la EPP costará 5,70 €/oveja, lo que implica que en una granja con 700 primeros partos al año, retrasar un mes el primer parto, supone un coste anual sólo en alimentación de 3.999 €.

## **Conclusión**

Los resultados obtenidos indican que la EPP óptima para la raza Lacaune, bajo un sistema de producción intensivo, oscila entre 390 y 450 días, con más ventajas cuanto más nos acerquemos a los 390 días. Las ovejas con una EPP posterior a 450 días tienen una producción lechera inferior durante toda su vida y una vida productiva más corta.



## **Capítulo 2: influencia de la duración del periodo seco sobre el rendimiento y productividad de las ovejas lecheras de raza Lacaune bajo un sistema de manejo intensivo**

Este trabajo tuvo como objetivo investigar la duración del periodo seco (DPS) en ovejas lecheras de raza Lacaune bajo un sistema de manejo intensivo, evaluando su efecto en la eficiencia reproductiva y productiva de las ovejas, y determinando el rango óptimo para la optimización del sistema.

### **Material y métodos**

#### *Animales y manejo de granja*

Este estudio incluye datos sobre la producción lechera de 8.136 lactaciones de 4.220 ovejas Lacaune en la misma explotación "Granja Cerromonte" durante el periodo 2005-2010. El primer parto incluido en el estudio se registró el 14 de noviembre de 2005 y el último el 16 de octubre de 2010.

El manejo productivo y reproductivo general de la granja ya se ha descrito en el anterior capítulo, siendo idéntico en este estudio.

El sistema de cinco parideras anuales, está determinado por cinco lotes de ovejas en cubrición que permanecían con los machos 25 días para permitir la monta natural. Los periodos de apareamiento se adaptaron a las rutinas de la granja y se produjeron durante los siguientes intervalos: primer periodo, del 15 de enero al 9 de febrero; segundo, del 9 de abril al 4 de mayo; tercero, del 16 junio al de 13 julio; cuarto, del 27 de agosto al 21 septiembre; y quinto, del 5 al 30 de noviembre. Por lo tanto, los periodos de partos fueron los siguientes: primero, del 19 enero al 13 febrero; segundo, del 29 de marzo al 23 de abril; tercero, del 8 de junio al 3 julio; cuarto, del 1 al 26 de septiembre; y quinto, del 10 de noviembre hasta el 5 de diciembre. La relación hembra/macho fue de 20:1. Además, no se utilizó en ovejas adultas, ningún método de sincronización que no fuera el "efecto macho", ya que los machos sólo estaban presentes en las naves durante 25 días, con el fin de permitir la monta natural. Los grupos de parición comprendían aproximadamente 1.000 animales/grupo, incluyéndose las corderas y ovejas cuyo último parto había tenido lugar hacía más de 50 días. El manejo reproductivo de las corderas es el mismo descrito previamente en el capítulo 1.

Tras el parto, las ovejas se ordeñaban dos veces al día hasta que la producción de leche caía por debajo de 0,5 l/día o hasta 30 días antes del siguiente parto, momento en el que se secaban sin tratamientos farmacológicos. Las excepciones a un periodo seco "objetivo" de 30 días se producían por acortamiento del mismo con el fin de garantizar la formación de grupos completos de parideras de 1.000 animales o de acortar el periodo seco cuando las ovejas daban rendimientos lecheros excepcionalmente altos (para aprovechar más las lactaciones muy productivas). Al gestionarse el rebaño en estos "grupos de parideras" de aproximadamente 1.000 ovejas, se incluían muy distintas duraciones de periodo seco (es decir, duraciones de periodo seco involuntario), a pesar de que el objetivo de la granja era controlar la DPS en cada grupo lo que permitió el presente estudio.

### *Grupos experimentales y parámetros medidos y calculados*

Se recogieron, almacenaron y validaron datos sobre la eficiencia productiva y reproductiva a partir del *software* Alpro de Windows (DeLaval, Tumba, Suecia), disponible en la explotación. Durante todo el periodo se analizaron los datos de 8.136 lactaciones, que abarcaban lactaciones entre la primera y la séptima lactación. Los datos de la quinta a séptima lactación no se incluyeron, debido al bajo número de registros en comparación con los de las otras lactaciones. El rendimiento medio del rebaño desde 2005 a 2010 (Tabla 1 del artículo original; artículo segundo: anexo I) incluyó todas lactaciones de las ovejas con ciclos completos de producción (n=3.088), con el fin de describir con precisión la situación del rebaño en estudio.

En la primera parte del estudio se examinaron los factores y circunstancias que influyen en la DPS siguiente a la lactación más reciente (Figura 1 detallada a continuación, correspondiente a la figura 1; artículo segundo: anexo I).

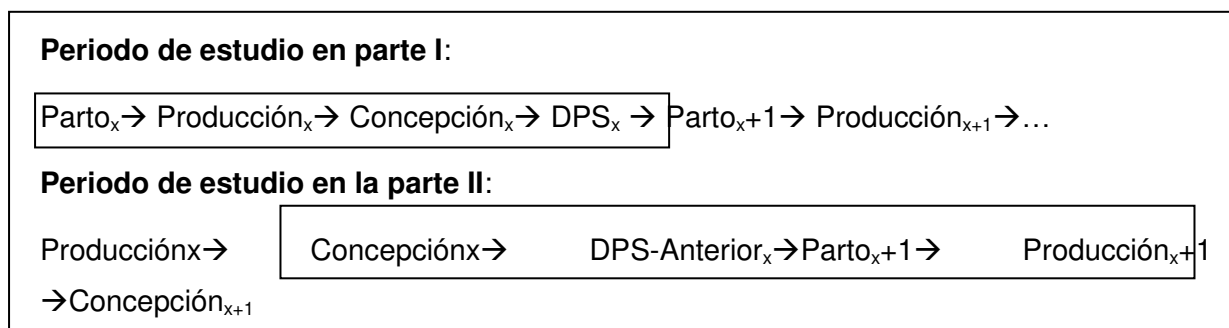


Figura 1. Descripción de los distintos periodos de estudio del ciclo productivo de ovejas lecheras Lacaune en condiciones de manejo intensivo, respecto del periodo seco posterior o anterior a la lactación estudiada (DPS= duración del periodo seco)

Pudimos disponer de los datos completos de la producción de leche (o MY, por sus siglas en inglés de *Milk Yield*), la producción de leche por día en leche (DMY, por sus siglas en inglés de *Daily Milk Yield*) y el intervalo parto-concepción (LNC, por sus siglas en inglés de *Lambing Interval*) para un total de 6.762 lactaciones, de las cuales, 2.924 fueron primeras lactaciones, 1.969 segundas, 1.292 terceras y 577 cuartas.

Se definieron cinco grupos experimentales de lactaciones para la primera parte del estudio, en función de la duración del periodo seco (DPS o DPL, por sus siglas en inglés de *Dry Period Length*), simulando los tamaños de las tallas de ropa según fueran más o menos cortos:

- DPS-XS (muy corto, n=1.161 lactaciones): periodo seco de entre 1 y 30 días
- DPS-S (corto, n=3.542 lactaciones): periodo seco de entre 31 y 60 días
- DPS-M (medio, n=853 lactaciones): periodo seco de entre 61 y 90 días
- DPS-L (largo, n=342 lactaciones): periodo seco de entre 91 y 120 días
- DPS-XL (muy largo, n=864 lactaciones): periodo seco de más de 120 días

La DPS media para los cinco grupos experimentales fue la siguiente: DPS-XS:  $17,8 \pm 10,7$  d; DPS-S:  $45,4 \pm 7,9$  d; DPS-M:  $72,3 \pm 8,9$  d; DPS-L:  $103,5 \pm 8,9$  d; y DPS-XL:  $187,5 \pm 61,8$  d.

En la primera parte del estudio, tanto la producción total como la producción diaria (MY y DMY) se refieren a producciones de leche en la misma lactación del periodo seco en estudio, es decir, producciones justo antes de que el animal se seque. Del mismo modo, el intervalo parto concepción (LC) se refiere al intervalo entre el último parto y la concepción, antes del periodo seco en estudio (figura 1). Así comprobaríamos los factores que pueden tener una relación causal con la DPS posterior.

La estacionalidad se estudió en función de la época del parto, analizando si existían diferencias estadísticamente significativas en la DPS.

La significancia estadística de las diferencias se evaluó mediante la prueba de Kruskal-Wallis, porque los datos no mostraron una distribución normal. Cuando no se observaron diferencias significativas, los datos se agruparon en grupos experimentales.

En la segunda parte del estudio, se examinó la influencia de la DPS anterior (DPS-A o P-DPL, por sus siglas en inglés de *Previous Dry Period Length*) a la lactación estudiada (figura 1), para comprobar la influencia de la longitud del periodo seco sobre la siguiente lactación. Se analizaron un total de 4.318 lactaciones completas seguidas por la siguiente

lactación: 2.176 primeras lactaciones, 1.470 segundas y 672 terceras, con sus periodos secos correspondientes en su caso.

Se definieron cinco grupos experimentales de lactaciones (DPS-A-XS, S, M, L, y XL) en función de la longitud del DPS anterior utilizando los mismos rangos de periodo seco que en la primera parte del estudio. La media DPS-A (o P-DPL) en cada grupo fue la siguiente: DPS-A-X:  $17,8 \pm 10,6$  d; DPS-A-S:  $44,24 \pm 8,0$  d; DPS-A-M:  $72,5 \pm 8,8$  d; DPS-A-L:  $103,6 \pm 8,3$  d; y DPS-A-XL:  $187,0 \pm 59,9$  d.

En la segunda parte del estudio, la MY y la DMY se refieren, por tanto, a la producción en la lactación tras el periodo seco estudiado (DPS-A o P-DPL). Del mismo modo, el intervalo parto-siguiente concepción (LNC, por sus siglas en inglés de *Lambing to Next Conception*) se refiere al intervalo entre el parto y la concepción tras el periodo seco estudiado en esta parte.

Para cada parto y lactación se registró la siguiente información: fecha de nacimiento de la oveja, fecha del próximo parto, fecha de secado, número de lactación de la oveja, producción total de leche por lactación, días en leche y fecha de sacrificio. Los parámetros productivos se calcularon en litros de leche/día (DMY) o por lactación (MY).

Los parámetros reproductivos se determinaron en base al intervalo parto-concepción (LC, por sus siglas en inglés *Lambing to Conception*) en la primera parte del estudio, o en base al LNC en la segunda parte del estudio. La media de fertilidad se calculó como el porcentaje de ovejas gestantes en cada grupo de cubrición.

### *Análisis estadístico*

Los datos se analizaron mediante SPSS<sup>®</sup> 19.0 (IBM, Nueva York, EE.UU.). Se evaluó la significación estadística de las diferencias en los parámetros continuos para más de dos grupos mediante análisis de varianza (ANOVA), y, o bien un Student-Newman-Keuls o una prueba *post-hoc* de Duncan, para comparar las diferencias dentro de los grupos. Las relaciones entre los parámetros MY, DMY, LC, LNC y DPS, todos considerados como variables continuas, se evaluaron mediante análisis de correlación de Pearson. Cuando los datos no mostraron una distribución normal, la significación de las diferencias se evaluó mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

## **Resultados**

### *Parámetros productivos y de eficiencia reproductiva global del rebaño*

Las características productivas y reproductivas del rebaño se resumieron en el artículo original en la tabla 1 y figura 1 (artículo segundo: anexo I), que contiene los datos de ovejas con ciclos completos (sacrificadas o muertas, n=3.088 ovejas) y son los mismos que los plasmados en el capítulo 1.

La media de los datos de las 6.762 lactaciones analizadas (datos de las lactaciones entre la 1ª y 4ª lactación de todas las ovejas incluidas en el estudio, no sólo de las de ciclo completo), fue de 444±188 l por lactación; la producción diaria media de 1,82±0,55 l/DEL (días en leche) y el intervalo parto-concepción medio de 157±67 días.

La fertilidad media para todo el periodo de estudio fue del 64% y la fertilidad para cada grupo de cubrición fue la siguiente: del 68,50% para el primero (enero-febrero), 52,25% para el segundo (abril-mayo), 53,50% para el tercero (junio-julio), 73,50% para el cuarto (agosto-septiembre) y 72,25% para el quinto (noviembre).

### **Parte I: relación entre los parámetros productivos y la DPS después de la lactación estudiada**

La DPS de los secados posteriores a cada lactación estudiada fue de 56,1±53,2 d en el caso de los secados tras las primeras lactaciones; 72,7±61,1d tras las segundas; 70,2±51,8d tras las terceras y 77,0±57,1d tras las cuartas. La DPS se correlacionó inversamente ( $P<0,0001$ ) con la MY y la DMY en las lactaciones primera a la cuarta. No se encontró correlación entre el intervalo nacimiento-primera concepción y la duración del primer periodo de secado ( $P=0,702$ ).

Sin embargo, el intervalo parto concepción (LC) se correlacionó positivamente con la producción total o MY ( $r=0,463$ ,  $P<0,0001$ ). La DPS se correlacionó positiva y directamente ( $P<0,0001$ ) con el LC en la primera lactación y hasta la cuarta (Tabla2; artículo segundo; anexo I), de manera que cuanto más largos los secados, mayor era el tiempo hasta volver a quedar gestante.

La Tabla 3 (artículo segundo; anexo I) resume los parámetros productivos y reproductivos para el diferente número de lactaciones y en función de las distintas longitudes del periodo seco tras la lactación. Cuando se consideraron los datos de todas las lactaciones juntas, tanto la producción total de leche (MY) como la diaria (DMY) fueron

significativamente mayores en las ovejas con DPS muy corta (DPS-XS) y corta (DPS-S) que en las ovejas con DPS más larga ( $P<0,0001$ ) (Tabla 3; artículo segundo; anexo I).

Se observó la misma tendencia en cada número de lactación (L1-L4), con una mayor MY y una mayor DMY precediendo a los secados más cortos. Ovejas con DPS-XS y DPS-S habían tenido el LC más reducido en comparación con las ovejas con DPS-M y DPS-L ( $P<0,0001$ ), mientras que el LC más largo se observó seguido de los periodos secos también más largos (DPS-XL; tabla 3, segundo artículo; anexo I).

Con el objetivo de investigar la influencia de la estacionalidad del periodo de cubrición sobre la DPS, se comparó, para cada uno de los cinco periodos de parto, la duración del secado. La DPS para cada periodo de parto fue la siguiente:  $59,9\pm 50,6$  d para las ovejas cubiertas en enero-febrero;  $67,0\pm 64,4$  d para las de marzo-abril;  $70,1\pm 62,7$  d para las de junio-julio;  $74,7\pm 65,5$  d para las de septiembre y  $62,8\pm 48,9$  d para las de noviembre-diciembre. Estas duraciones no difirieron significativamente ( $P=0,115$ ).

#### Parte II: relación entre la duración del periodo seco anterior (DPS-A o P-DPL) sobre los parámetros productivos y reproductivos de la siguiente lactación

Se estudió el efecto de la longitud del periodo seco (DPS-A o P-DPL) sobre los parámetros productivos de la siguiente lactación. Teniendo todos los datos en cuenta, la DPS-A mostró una correlación positiva, leve pero muy significativa con el intervalo parto-siguiente concepción o LNC ( $r=0,095$ ,  $P<0,0001$ ). Esta correlación positiva se observó en la segunda, tercera y cuarta lactación. No se encontró correlación alguna entre la longitud del periodo seco previo y los parámetros productivos MY y DMY en la lactación siguiente, en ningún orden de lactación, a excepción de la producción diaria o DMY en las segundas lactaciones, que mostró una correlación positiva, débil y significativa con la DPS-A (Tabla 4, artículo segundo; anexo I).

Con la finalidad de detectar las posibles relaciones no lineales (ya determinadas con análisis de correlación de Pearson) entre el factor DPS-A y los parámetros productivos y reproductivos de la lactación posterior, se analizaron estos parámetros clasificando las lactaciones de acuerdo a la DPS-A previa, categorizándolos en los grupos previamente descritos en la sección de Material y Métodos. Para ello, se incluyeron 4.318 segundas, terceras y cuartas lactaciones, que se clasificaron por número de lactación, y a su vez, por duración del periodo seco previo. La Tabla 5 (artículo segundo; anexo I) resume estos resultados productivos y reproductivos. El LNC resultó ser mucho menor entre las ovejas con un secado muy corto, corto y largo, respecto del de las ovejas con secados medianos o muy largos ( $P<0,0001$ ).

El análisis de los diferentes número de lactación mostró que un secado muy corto antes de las segundas lactaciones se relacionó con un intervalo parto-siguiente concepción más reducido (DPS-A-XS:  $147 \pm 68,2$  d), mientras que una DPS-A mediana y muy larga se asoció a un LNC mayor (DPS-A-XL:  $176 \pm 73,5$  d; DPS-A-M:  $189 \pm 79,4$  d) ( $P < 0,0001$ ). Las ovejas con diferentes DPS-A-tuvieron diferentes LNC en la tercera lactación, con un LNC más reducido tras secados cortos (DPS-A-S). Aunque la significación estadística entre los grupos se detectó a través del test ANOVA ( $P = 0,002$ ), la prueba de Duncan no detectó diferencias significativas entre grupos en la tercera lactación. La DPS-A no afectó el LNC de ovejas en la cuarta lactación ( $P = 0,09$ ).

Teniendo en cuenta los datos de todas las lactaciones juntas, la duración del secado previo muy corta, larga y muy larga llevó asociadas lactaciones menos productivas, mientras que los secados cortos y medianos fueron sucedidos por lactaciones más productivas (Tabla 5, artículo segundo; anexo I). En la segunda y tercera lactación, se observaron valores de MY y DMY menores después de secados extremadamente cortos (DPL-A-XS,  $P < 0,0001$ ). Los valores siguientes menos productivos se observaron tras periodos de secado largos y muy largos (DPS-A-L y DPS-A-XL). Finalmente, la máxima productividad lechera se observó tras periodos de secado de entre 31 y 60 días de duración (DPS-A-S), es decir, los cortos, siendo esta productividad significativamente mayor que la observada tras todas las demás longitudes de secado, tanto en las segundas como en las terceras lactaciones. En las cuartas lactaciones se observaron resultados numéricos similares, pero las diferencias entre grupos no alcanzaron significación estadística (Tabla 5, artículo segundo; anexo I).

## **Discusión**

La gestión y el manejo adecuados de los animales para optimizar el potencial productivo y reproductivo de una raza lechera altamente seleccionada, como es la raza Lacaune en condiciones intensivas, pueden ser muy importantes para los productores de leche ovina de todo el mundo.

El presente estudio ofrece la primera información detallada sobre la influencia de la duración del periodo seco (DPS) sobre los parámetros productivos y reproductivos en ovejas Lacaune mantenidas bajo sistemas intensivos de producción. Estos estudios indican que los mejores resultados se logran en lactaciones con secados posteriores más cortos. Del mismo modo, tras los intervalos LC menores se sucedieron los secados más cortos (DPS-XS y DPS-S). Por otra parte, la duración del secado previo de entre 30 y 90 días dio lugar a las lactaciones con mayor rendimiento productivo, mientras que el

intervalo parto-siguiente lactación más reducida se observó en ovejas con un secado anterior inferior a 30 días, seguido de aquéllas con un DPS-A de 31 a 60 días. Por lo tanto, la duración del periodo seco óptima parece ser la del intervalo 30-60 días, ayudando a una maximización de la rentabilidad de las explotaciones intensivas de ovino lechero de raza Lacaune.

Las lactaciones con mayores MY y DMY mostraron los periodos secos subsiguientes más cortos. Se observó esta relación significativa no sólo en el análisis de correlación, sino también después de analizar los promedios de las lactaciones después de agrupar los animales según la duración de los secados. Estos resultados apoyan la práctica en la explotación bajo estudio de secar a los animales basándose, en parte, en el rendimiento y el estado de gestación de las ovejas. Así pues, las ovejas con producciones diarias de 0,5 l/día o menos, o con menos de 30 días hasta el siguiente parto previsto, se secan. En otras palabras, las ovejas menos productivas se secan, de media, más tempranamente, independientemente del periodo de gestación. Al mismo tiempo, acortando el secado se extiende el periodo de lactación, aprovechándose más la productividad de las ovejas (Bernier-Dodier *et al.*, 2011).

Los resultados descritos aquí indican una relación directa entre el intervalo parto-concepción y la duración del periodo seco posterior a esta concepción, de manera que las ovejas que quedaron gestantes antes, mostraron periodos secos más cortos., probablemente debido al hecho de ser precisamente las ovejas más productoras. Esta puede ser otra de las consecuencias de la práctica de la granja de secar con intencionalidad, basándose en la productividad, retrasando la concepción con el fin de obtener más leche de estas ovejas más productivas. Estudios como el de Pollott y Gootwine (2004) muestran resultados diferentes, relacionando las concepciones tempranas con una reducción en la producción de leche. Estos autores observaron que la concepción temprana en ovejas Assaf bajo sistemas de gestión intensivos se asociaba con una menor producción total de leche, lactaciones más cortas, menos persistencia y rendimientos máximos más pequeños. Por el contrario, un periodo post-parto largo se asocia con una mayor producción de leche en ovejas Assaf y Awassi bajo una variedad de condiciones de manejo (Eyal *et al.*, 1978; Kassem *et al.*, 1989; Gootwine y Pollott, 2000; Pollott y Gootwine, 2004). La producción elevada de leche al inicio de la lactación probablemente retrasa la concepción, debido al balance energético negativo, según lo observado en ganado lechero (Butler, 2000; Pryce *et al* 2004).

Algunos resultados en el presente estudio son contradictorios. Cuanto más largo era el LC, más largo fue la DPS y también había correlación positiva y directa entre LC y MY ( $r=0,469$ ,  $P<0,0001$ ). Al mismo tiempo, cuanto mayor fue la MY, menor era la DPS. El LC

mostró la correlación más fuerte con la DPS en la primera lactación ( $r=0,512$ , Tabla 2, artículo segundo; anexo I), mientras que las correlaciones entre las variables DPS y MY fueron las más débiles, especialmente en la primera lactación. Desde la segunda lactación en adelante, el LC no varió significativamente en función de la DPS (Tabla 3, artículo segundo; anexo I). Estos resultados reflejan el hecho, quizás, de que la primera lactación dura más tiempo y es la más productiva de todas, lo que lleva a los ganaderos a elegir el momento de cubrición con más cuidado en estas ovejas de primera lactación. Por consiguiente, puede ser en la primera lactación cuando la relación negativa entre la producción (MY) y la eficiencia reproductiva sea más notable. Por otro lado, nuestro estudio incluyó una gran proporción de primeras lactaciones, lo que puede explicar la relación contradictoria entre el LC y la MY. Por lo tanto, con estos resultados se refuerza la utilidad del análisis de los datos de acuerdo al número de lactación y no sólo en global. También pone de relieve las limitaciones de la realización de estudios en las granjas comerciales, en lugar de las que están bajo condiciones experimentales. Sin embargo, el gran tamaño de la muestra de datos en el presente trabajo es probable que compense en parte este sesgo.

Tampoco se observó periodo de cubrición ni de paridera que afectara la duración del siguiente secado. Esta falta de influencia puede reflejar la posibilidad de que la estacionalidad no sea tan intensa en España como en otras partes del mundo. También puede poner de manifiesto un efecto del genotipo, ya que otros autores indican que las ovejas Lacaune son menos sensibles al fotoperiodo que otras razas lecheras como Assaf (Ramírez-Andrade *et al.*, 2008) y Manchega (Palacín *et al.*, 2008). Se observaron diferencias en la fertilidad entre grupos de cubrición, pero no eran lo suficientemente grandes como para inducir diferencias en la duración del secado entre grupos de cubrición. Además, la observación de la falta del efecto de estacionalidad puede indicar que las prácticas de gestión consiguen reducir, en parte, el efecto del medioambiente, como se ha visto ya en el ganado bovino lechero (West, 2003; Flamenbaum y Galon, 2010). Del mismo modo, los animales bajo condiciones intensivas no se ven afectados por las variaciones estacionales en la disponibilidad de alimentos y en el termoperiodo, que influyen directamente en la productividad (Finocchiaro *et al.* 2005).

Se observaron, o no, correlaciones lineales muy débiles entre la longitud del secado previo y los parámetros productivos de la lactación subsiguiente. Sin embargo, cuando el mismo análisis se repitió categorizando la variable duración del periodo seco, con subgrupos de animales clasificados por la DPS-A, aparecieron diferencias claras en la productividad. Un secado extremadamente corto (0-30 d), y extremadamente largo (>90 d) vino seguido de las lactaciones de peores rendimientos, mientras que los secados

intermedios (31-90 d) dieron lugar a las lactaciones de mayor productividad. Estos resultados son similares a los de los estudios en vacuno de leche (Pinedo *et al.*, 2011). Los secados más largos se asocian a un peor estado de salud de la ubre, lo que puede ser una razón de esa productividad reducida (Natzke *et al.*, 1975; Pinedo *et al.*, 2011). Asimismo, también en vacas lecheras se observa una menor productividad tras secados ultracortos, lo que se explica por una posible disminución del crecimiento de células mamarias durante el secado. Sin embargo, parece ser que la reducción del crecimiento se observa independientemente de la duración del secado y que ésta tampoco afecta a las tasas de apoptosis o la proliferación durante la siguiente lactación. Bernier-Dodier y colaboradores (Bernier-Dodier *et al.* 2011) especularon que la causa de la menor producción de leche en vacas con secados más cortos fue una mayor concentración de prolactina que se observa durante el final de la gestación. Ésta podría ser la razón que se encuentre detrás de la baja productividad de las ovejas lecheras Lacaune tras secados más cortos, pero se necesitan futuras investigaciones para confirmar estas hipótesis. El hecho de que los secados intermedios dieran lugar a lactaciones con la máxima productividad no se observó en todos los números de lactación, sino que fue más notable en las ovejas que habían tenido secados cortos y medios al final de su primera lactación. Hay resultados similares en vacas lecheras (Pezeshki *et al.*, 2007; Watters *et al.*, 2008; Santschi *et al.*, 2009). Nuestro estudio contenía una alta proporción de ovejas primíparas, lo que puede explicar en parte el efecto negativo sustancial de los secados más cortos en la producción de leche, resultados corroborados por Bernier-Dodier *et al.* (Bernier-Dodier *et al.*, 2011) en bovino.

Se ha observado una correlación lineal positiva entre la duración del secado previo y el intervalo parto-siguiente concepción (LNC) en las segundas, terceras y cuartas lactaciones. Los LNC más reducidos se asociaron a los secados cortos y muy cortos. Se han encontrado resultados análogos en un estudio retrospectivo en vacas lecheras, donde los intervalos entre partos más largos se observaban tras los secados también más largos (>76 d; Pinedo *et al.*, 2011). De hecho, estudios anteriores en vacas lecheras han puesto en evidencia un mejor rendimiento reproductivo en vacas sin periodo seco alguno, respecto de las sometidas a periodos secos de 60 a 75 d (Kuhn *et al.*, 2006, 2007; Grummer, 2007; Watters *et al.*, 2009). Una explicación de esta relación es que acortar o eliminar el periodo seco en el ganado lechero puede reducir el balance energético negativo postparto, al aumentar el consumo medio de materia seca durante el periodo de transición. De hecho, se ha demostrado que esta práctica afecta positivamente a la fertilidad de las vacas, al disminuir el número de días hasta la primera ovulación, incrementando la tasa primer servicio-concepción, disminuyendo el número de

días abiertos así como el porcentaje de vacas anovulatorias (Gumen *et al.*, 2005; Watters, 2006; Grummer, 2007). Éste también podría ser el caso en nuestras ovejas lecheras Lacaune, pero habría que investigar más esta posibilidad.

Nuestro estudio se realizó en una granja intensiva, donde se practica el secado intencional con el fin de mantener la rentabilidad. Para determinar cuándo debe secarse un animal se aplican los criterios ya comentados, y en este orden: necesidad de completar parideras de aproximadamente 1.000 ovejas/grupo, baja producción de leche al día (<0,5 l/d) y <30 d antes del próximo parto. Como la constitución de parideras completas es la prioridad, muchas ovejas se cubren o se secan independientemente de su rendimiento y/o el tiempo antes del parto. Esto le da a nuestros datos un cierto grado de aleatoriedad en cuanto a las razones de secado respecto a la producción de leche de las ovejas secadas y a sus días de gestación. Aún así, trabajos futuros deberían tratar de controlar esta limitación y potenciar otras condiciones experimentales o de manejo de explotación, incluyendo parámetros adicionales como condición corporal o estado de salud, como ya se ha recomendado para estudios en ganado lechero (Sorensen *et al.*, 1993).

Los presentes resultados proporcionan una primera visión detallada sobre la influencia de la duración del periodo seco sobre la productividad y el comportamiento reproductivo de las ovejas lecheras. Nuestros resultados muestran que periodos secos muy cortos o largos en ovejas lecheras Lacaune afectan negativamente a la productividad de las ovejas, de manera similar a lo observado en el vacuno lechero (Bachman y Schairer, 2003; Pinedo *et al.*, 2011). Dado que las prácticas de manejo implementadas en esta explotación se pueden considerar representativas de otras granjas Lacaune fuera de la Denominación de Origen Roquefort, y son las mismas prácticas que las aplicadas para otras razas ovinas bajo manejo intensivo, estos resultados pueden ser relevantes para la mayoría de las explotaciones intensivas lecheras de ovino de todo el mundo.

## **Conclusión**

Este estudio indica que en ovejas lecheras Lacaune, la mayor producción (producción total de leche y producción de leche diaria) se asocia con periodos secos más cortos tras esa misma lactación.

Las ovejas con un periodo seco de entre 30 y 90 días mostraron los mayores rendimientos productivos en la siguiente lactación, mientras que las ovejas con los secados más cortos (<60 días) mostraron el mejor intervalo parto-siguiente concepción. En base a estos resultados, se recomienda un periodo de secado óptimo de 30 a 60 días para ovejas lecheras de raza Lacaune en condiciones de manejo intensivo, debiéndose acercar lo más posible al límite inferior del intervalo.

### **Capítulo 3: efectos del tratamiento de secado con antibióticos intramamarios sobre el rendimiento de ovejas lecheras de raza Lacaune en explotaciones intensivas**

El objetivo de este último estudio dentro del trabajo de la presente Tesis Doctoral fue investigar el efecto del tratamiento antibiótico intramamario sistemático de secado con cefapirina, sobre la productividad y la salud de ovejas lecheras de raza Lacaune en sistemas de manejo intensivo.

#### **Material y métodos**

##### *Animales y manejo de granja*

Este estudio incluyó datos sobre la producción lechera de lactaciones completas de 4.345 ovejas de raza Lacaune pertenecientes a una sola granja, entre marzo de 2009 y enero de 2012. Desde junio de 2010, se administró una cefalosporina intramamaria (benzatina de cefapirina; CEFA-SAFE<sup>®</sup>, MSD Salud Animal, Boxmeer, Holanda) a todas las ovejas (300 mg/oveja) al comienzo del periodo seco. Las ovejas pertenecían al mismo rebaño de la explotación “Granja Cerromonte” descrito previamente en el capítulo primero del presente texto.

Las condiciones ambientales de los animales se mantuvieron muy similares durante todo el periodo de estudio. La gestión del rebaño fue la misma descrita en los capítulos primero y segundo.

##### *Grupos experimentales y parámetros medidos y calculados*

Los datos disponibles de las lactaciones se analizaron de dos formas diferentes, dependiendo de la problemática que queríamos evaluar.

En el Experimento 1, quisimos determinar los efectos del tratamiento de secado sobre la producción de leche en la explotación y el rendimiento del animal en 5.981 lactaciones. Todas las lactaciones analizadas fueron completas: desde el periodo seco anterior hasta el siguiente parto. De todas ellas, 2.152 fueron segundas lactaciones; 1.681, terceras; 1.015, cuartas; 667, quintas; 316, sextas; y 150, séptimas o más lactaciones. Un total de

2.402 lactaciones siguieron a un secado con terapia antibiótica de secado (grupo tratamiento), mientras que 3.579 siguieron a un periodo seco sin ningún tratamiento (grupo control). Se recogieron datos sobre los factores de confusión que pueden influir en el rendimiento, tales como el número de lactación (NL), la duración del periodo seco inicial (I-DP, por sus siglas en inglés de *Initial Dry Period*) y el intervalo entre partos inicial (I-ILI, por sus siglas en inglés de *Initial Interlambing Interval*). El ILI se definió como el intervalo de tiempo entre dos partos consecutivos (o *Interlambing Interval*) (figura 1 del artículo original; tercer artículo; anexo I).

Para controlar los efectos del tratamiento a nivel individual y poder descartar, en parte, la confusión del efecto del individuo, se analizó un subgrupo de 1.951 animales, ya que se disponía de los datos de dos lactaciones consecutivas de dichos animales, de tal manera que se compararon dichas lactaciones consecutivas, una de ellas sin tratamiento de secado y la siguiente con el tratamiento antibiótico descrito en el mismo animal.

Se recogieron los siguientes datos productivos durante periodos de lactación individuales: identificación del animal; intervalo inicial entre partos (I-ILI, por sus siglas en inglés de *Initial Interlambing Interval*), que se define como el intervalo entre el parto anterior y el parto que originó la lactación en estudio; el número de la lactación en estudio (NL); la duración del período seco inicial antes de la lactación en estudio (I-DP, por sus siglas en inglés de *Initial Dry Period*); la duración de la lactación en estudio (L); la producción total de la lactación en estudio (TY, por sus siglas en inglés *Total Yield*); la producción de leche diaria en ml durante la lactación en estudio (Y/DIM, por sus siglas en inglés *Yield per Day in Milk*); la duración del periodo seco siguiente (S-DP); y el intervalo entre partos siguiente (S-ILI) (figura 1 del artículo original; tercer artículo; anexo I).

En el Experimento 2, pretendimos estudiar los efectos del tratamiento de secado con antibióticos sobre los parámetros de calidad de la leche, es decir, el recuento de células somáticas (RCS) y el contenido de grasa y proteína. Los datos sobre la calidad de la leche se tomaron del Control Lechero Oficial de producción en ovino lechero. (<http://www.uagcyl.es/>). Esta parte del estudio incluyó 3.727 lactaciones completas con un periodo seco anterior, de los cuales 1.620 siguieron un tratamiento de secado sin antibióticos (grupo control) y 2.107 siguieron la terapia antibiótica (grupo tratamiento). El análisis intentando controlar la confusión por el factor "individuo" se efectuó sobre datos de 1.390 animales, para los que se compararon dos lactaciones consecutivas de un mismo animal, una después de un periodo sin tratamiento inicial (lactaciones control) y la lactación consecutiva subsiguiente a un secado con antibióticos (lactaciones tratamiento).

Se extrajeron los siguientes datos del Control Lechero Oficial de producción en ovino lechero y de calidad de leche: RCS (células/ml  $\times 10^3$ ), producción/DEL (Y/DIM), porcentaje de proteína total (TP) y porcentaje de grasa total (TG). Los muestreos se efectuaban una vez al mes en cada oveja que entrara en la sala de ordeño.

Durante el periodo de estudio, se analizaron diariamente los residuos de antibiótico en leche de cada tanque. Estos ensayos, legalmente establecidos, están diseñados para detectar cantidades inferiores a 4 partes por billón (ppb) por volumen de amoxicilina, 4 ppb de ampicilina y 10 ppb de oxitetraciclina. Los ensayos se realizaron con una prueba de detección 100ov Eclipse, de acuerdo a las instrucciones del fabricante (ZEU-Inmunotec, Zaragoza, España). Esta prueba se basa en la capacidad de las muestras de leche para inhibir el crecimiento de esporas de *Bacillus stearothermophilus* var. calidolactis C953. La leche en tanque también se muestreó mensualmente, durante los 12 meses anteriores a este estudio, con el fin de identificar los agentes patógenos presentes en la granja. Los patógenos aislados con mayor frecuencia fueron *Staphylococcus coagulasa* negativo y *Staphylococcus aureus*, siendo menos frecuente *Streptococcus agalactiae*. Estos resultados se utilizaron para seleccionar el medicamento apropiado para el tratamiento antibiótico de este estudio. El recuento de células somáticas se efectuó mediante espectrofotometría y citometría de flujo.

### *Análisis estadístico*

Los registros de producción se recogieron a partir de los registros de granja, tras ser almacenados y validados con el *software* de Windows Alpro (DeLaval, Tumba, Suecia). Los registros del Control Lechero Oficial se obtuvieron de la base de datos pública ([www.uagcyl.es](http://www.uagcyl.es)). Todos los datos se analizaron mediante SPSS® 19.0 (IBM, Nueva York, EE.UU.). La significancia estadística de las diferencias en los parámetros continuos se evaluó mediante la “t” de Student, mientras que las relaciones entre las variables continuas se evaluaron mediante análisis de correlación de Pearson. En el caso de no cumplir normalidad, las diferencias se evaluaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Sólo diferencias con  $P < 0,001$  se consideraron significativas, eligiéndose este umbral más restrictivo debido al gran tamaño de los grupos de animales en este estudio.

## **Resultados**

### *Experimento 1: parámetros productivos y de eficiencia reproductiva*

El tratamiento de secado con cefalosporinas aumentó significativamente la producción diaria y la total por lactación en ovejas lecheras de raza Lacaune en condiciones de manejo intensivo, según el análisis a partir de 5.981 lactaciones completas (Tabla 1, Figura 2; tercer artículo; anexo I).

En el análisis se controlaron varios factores de confusión. Comprobamos que los dos grupos experimentales (tratadas y control) tenían un número de lactaciones/oveja similar y un intervalo entre partos inicial también similar; sin embargo, la duración del periodo seco inicial (I-DP), es decir, el secado tratado o no, según los grupos experimentales, fue más largo en el grupo T (Tabla 1; tercer artículo; anexo I). El análisis de producción en cada grupo y entre ellos (tratamiento y control), reveló que la duración del periodo seco está leve, pero inversamente relacionada con la producción: producción total (TY;  $r=0,055$ ,  $P<0,0001$ ), producción diaria (Y/DIM;  $r=0,039$ ,  $P<0,0001$ ) y la duración de la lactación (SL;  $r=0,048$ ,  $P<0,0001$ ). La duración del secado previo se relacionó positivamente con la duración del periodo seco posterior (S-DP;  $r=0,141$ ) y el intervalo entre partos posterior (SILI;  $r=0,058$ , ambos  $P<0,0001$ ).

Con el fin de identificar los factores que ejercen mayor influencia en la duración de la lactación posterior y, por lo tanto, en la productividad, se estudiaron las variables productivas simultáneamente, mediante el análisis de árbol de decisiones, basado en los datos de ambos grupos. Dicho análisis reveló que la duración del secado inicial era el factor más determinante en la duración de la lactación posterior ( $P<0,0001$ ). Así pues, los secados de duración de entre 48 y 52 días se asociaron con las lactaciones más largas (media de 226 días). La terapia antibiótica de secado afectó a la duración de la lactación sólo cuando el tiempo de secado fue menor de 48 días. En este caso, el tratamiento con antibióticos se asoció a una lactación más corta (210 días de media) que las lactaciones tras secados sin tratamiento (219 días de media;  $P<0,001$ ).

Con el objetivo de analizar los efectos del tratamiento de secado a nivel individual, se analizaron los parámetros de rendimiento productivos de 1.951 ovejas con dos lactaciones consecutivas completas, la primera tras un secado sin tratamiento antibiótico y la segunda después de un secado con tratamiento. La lactación tras secado con tratamiento se asoció con una mayor producción de leche (TY;  $1.985\pm 501,3$  l vs.  $1.804\pm 454,3$  l,  $P<0,0001$ ), a pesar de asociarse también a lactaciones más cortas ( $213\pm 40,3$  d vs  $237\pm 56,2$  d;  $P<0,0001$ ; Tabla 2 del artículo original, anexo I). Además, analizamos el efecto del tratamiento antibiótico de secado en un mismo animal

segmentando los datos según el número de lactación; es decir, primera lactación no tratada vs. segunda lactación tratada; segunda lactación no tratada vs. tercera lactación tratada y así sucesivamente (Tabla 3; tercer artículo; anexo I), y los resultados indicaron que el efecto positivo del tratamiento antibiótico en el secado sobre la producción era más patente en números de lactación menores, especialmente en primeras lactaciones no tratadas vs. segundas lactaciones tratadas.

### *Experimento 2: parámetros de calidad de la leche*

La terapia de secado con antibióticos mejoró significativamente tanto la producción diaria de leche, como la calidad de la misma durante la siguiente lactación. En la leche producida tras el secado con terapia antibiótica el RCS fue significativamente menor y el contenido de grasa y proteína ligeramente superior que en la leche producida después de un secado control (Figura 3 y Tabla 4; tercer artículo; anexo I).

Dada la importancia del RCS como índice de calidad de leche y también como indicativo de bienestar animal (refleja el grado de infección intramamaria en la explotación), se examinó si éste se correlacionaba con la producción de leche o con parámetros de composición. Los resultados indicaron que el RCS se correlaciona inversamente con casi todos los parámetros de productividad y calidad (Tabla 5; tercer artículo; anexo I) excepto con el contenido de proteína en la leche y el número de lactaciones, que no mostraron ninguna asociación lineal con el recuento celular.

Al igual que hicimos con los parámetros de producción lechera, examinamos el efecto del tratamiento antibiótico en la calidad de la leche en un mismo animal, comparando lactaciones sucesivas, una tras secado control (sin terapia antibiótica) con la siguiente lactación (tras secado con terapia antibiótica). Para ello, se analizaron datos procedentes de 1.390 ovejas con dos lactaciones completas y consecutivas, la primera tras secado control y la siguiente tras secado tratamiento. Los resultados confirmaron que el tratamiento con antibióticos mejoraba la producción diaria (Y/DIM;  $2.694 \pm 672,1$  ml/d vs.  $2.412 \pm 527,3$  ml/d;  $P < 0,0001$ ) y redujo el RCS ( $614,4 \pm 1.362,1 \times 10^3$  células/ml frente a  $773,2 \pm 1.672,2 \times 10^3$  células/ml;  $P < 0,001$ ) (Tabla 6; tercer artículo; anexo I).

Igualmente que en el experimento 1 de este capítulo, analizamos el efecto del tratamiento antibiótico de secado en un mismo animal segmentando los datos según el número de lactación; es decir, primera lactación no tratada vs. segunda lactación tratada; segunda lactación no tratada vs. tercera lactación tratada y así sucesivamente (Tabla 7; tercer artículo; anexo I), y los resultados indicaron, de nuevo, un mayor efecto positivo sobre la

producción en lactaciones de número menor. Sin embargo, la reducción de RCS fue más marcada en la tercera lactación tratada respecto de la segunda sin tratar.

## **Discusión**

Este estudio proporciona una visión detallada de cómo la terapia antibiótica durante el secado afecta a los parámetros productivos y de calidad de la leche de ovejas de raza Lacaune en un sistema de manejo intensivo.

Durante las lactaciones después del secado con antibióticos la producción total por lactación, así como la producción de leche diaria, fueron significativamente mayores que en las lactaciones tras los secados control (sin antibiótico). Además, la leche producida después del tratamiento de secado contenía un nivel de RCS menor y presentaba un ligero aumento en el contenido de proteína y grasa. Estos resultados sugieren que el tratamiento de secado con dosis de 300 mg de benzatina de cefapirina intramamaria, puede aumentar la rentabilidad y la salud de las ovejas lecheras de raza Lacaune en condiciones de manejo intensivo.

El análisis individual de producción mostró que durante la segunda lactación la terapia de secado se asoció con el aumento en la producción diaria de leche en relación con lactaciones sin tratamiento, mientras que durante la tercera lactación y siguientes la producción fue similar independientemente del tratamiento. En este sistema de producción y en esta raza, ya hemos comprobado que la mayor producción/lactación se observa durante la primera lactación, disminuyendo dicha producción gradualmente durante las lactaciones posteriores, como consecuencia del hecho de que las lactaciones se acortan gradualmente con la edad (Elvira *et al.*, 2012 y 2013; artículos relacionados con esta Tesis Doctoral; anexo II). Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio indicarían que la terapia de secado puede aumentar sustancialmente la producción total por lactación mediante el aumento de la producción diaria.

También se asoció la terapia de secado a un aumento significativo de la calidad de la leche, con una reducción del RCS del 50% ( $1.022 \pm 2.126 \times 10^3$  células/ml vs.  $573 \pm 1.326 \times 10^3$  células/ml). De hecho, el RCS de las lactaciones tras secados con tratamiento se mantuvo bajo, por lo menos hasta la tercera lactación, a diferencia de las lactaciones del grupo control y a diferencia de otros niveles publicados en distintos trabajos que demuestran que las ovejas son propensas a sufrir infecciones intramamarias y, por lo tanto, a presentar niveles de RCS mayores conforme va aumentando el número de la lactación (Gonzalo *et al.*, 2002, 2004). Observamos que un menor RCS se

correlacionaba con una mayor producción diaria, de manera semejante a lo observado en estudios en vacas lecheras (Mano *et al.*, 2012) y ovejas de raza Churra y mestizas (Gonzalo *et al.*, 2004; Spanu *et al.*, 2011). Se podría asumir que la terapia de secado con antibiótico previene y elimina infecciones intramamarias, maximizando el número de células productoras de leche en la ubre y el buen estado de las mismas.

La asociación entre el tratamiento de secado con antibiótico tanto con una mayor producción diaria como con una mayor producción total por lactación es un poco sorprendente, dado que la terapia se asoció con un periodo seco inicial significativamente más largo, hecho que penaliza, como ya hemos observado en el capítulo 2, la producción futura. El hecho de no observar en las lactaciones tras la terapia de secado este efecto negativo de la mayor duración del periodo seco, sugiere que los efectos positivos del secado con antibióticos pueden ser mayores que los posibles efectos negativos asociados a periodos secos previos más largos. Sin embargo, en este estudio, el secado con antibioterapia se asoció a un efecto negativo: las lactaciones siguientes al tratamiento fueron más cortas que las lactaciones del grupo control. El análisis del árbol de decisiones, basado en todas las variables productivas, sugiere que este efecto negativo no se debió al tratamiento de secado en sí, sino a la mayor duración del periodo seco inicial, resultados que concuerdan con trabajos similares realizados en vacas lecheras (Bernier-Dodier *et al.*, 2011). Los periodos secos más largos observados en el estudio, sólo en el grupo tratamiento, fueron necesarios para garantizar el tiempo de retirada adecuado del antibiótico y evitar residuos en leche. De hecho, el test realizado diariamente sobre el tanque de leche en granja nunca detectó niveles de antibióticos fuera de los límites legales dispuestos en España (datos no mostrados). Esto coincide con los resultados previos que sugieren que la contaminación de la leche con antibiótico depende más de las condiciones generales de la granja que del uso de antibióticos en el secado (Gonzalo *et al.*, 2010).

El hecho de que en esta granja, el tratamiento de secado redujera de manera efectiva el nivel de mastitis subclínicas refleja, por otro lado, las condiciones higiénicas generales, rigurosamente controladas en esta granja. En rebaños con un peor control se ha observado que la terapia de secado no es una medida de manejo suficiente por sí sola para reducir el nivel de RCS en leche de manera significativa y, por tanto, para mejorar la producción en ovejas lecheras israelíes de raza Assaf. En este trabajo la terapia antibiótica consistía en una combinación de bencilpenicilina procaínica-nafcilina-dihidroestreptomicina. Por lo tanto, estos autores concluían que se requieren medidas adicionales para prevenir las infecciones intramamarias y mantener sanas las ubres del rebaño (Chaffer *et al.*, 2003). El hecho de no asegurar el control de una higiene adecuada

también puede ayudar a explicar porqué el tratamiento de secado con antibióticos no mejoró la producción de leche en ovejas españolas de raza Assaf (Gonzalo *et al.* 2009).

Finalmente, observamos una relación lineal e inversa entre el contenido de grasa en la leche y el RCS, que también coincide con otros estudios realizados en cabras lecheras (Revilla *et al.*, 2009; Rupp *et al.*, 2011), mientras que no se encontró ninguna asociación entre el contenido de proteína de la leche y el RCS.

Como ya hemos comentado en otros capítulos de la presente Tesis Doctoral, las prácticas intensivas de manejo en la granja de estudio pueden considerarse representativas de otras granjas con oveja lechera Lacaune, ajenas a la Denominación de Origen Roquefort, y también similares a los sistemas intensivos de manejo aplicados a otras razas ovinas lecheras. Por lo tanto, creemos que nuestros resultados pueden ser de relevancia para el sector productor ovino en general.

## **Conclusión**

Este estudio indica que la antibioterapia de secado con cefapirina se asocia con una mayor producción de leche diaria y total durante las lactaciones siguientes en ovejas lecheras de raza Lacaune en condiciones de manejo intensivo. También se asocia con un RCS significativamente menor y un ligero aumento en el contenido de grasa y proteína de la leche producida en lactaciones posteriores. Estos hallazgos sugieren que la terapia antibiótica de secado puede ser eficaz para mejorar la salud y la productividad de ovejas de raza Lacaune, así como para otras razas ovinas lecheras en condiciones de manejo intensivo.

**DISCUSIÓN GLOBAL**



## **5. DISCUSIÓN GLOBAL DE RESULTADOS**

El objetivo general del trabajo experimental correspondiente a la presente Tesis Doctoral consistía en la exploración y determinación de valores objetivo de los parámetros productivos más determinantes en la medicina de la producción y, por ende, en la eficiencia económica de explotaciones intensivas de oveja Lacaune de aptitud láctea. Ante la escasez de evidencias científicas disponibles, diseñamos los experimentos descritos previamente, basados en el procesamiento e interpretación de la información individual por oveja recogida del sistema de granja, para ir desgranando los parámetros productivos requeridos en primera instancia. Así pues, abordamos la determinación de la edad al primer parto de las corderas, la longitud óptima del periodo de secado de las ovejas lactantes, así como la evaluación de los efectos de una estrategia de elevación de la calidad de leche en el sistema productivo, que fue la incorporación de una terapia antibiótica de secado sistemática en todo el rebaño.

En la región de Castilla y León existe un grave problema de despoblación del medio rural y abandono de las producciones ganaderas. Este problema se da también en otras regiones y países de nuestro entorno, como Francia y otros países europeos (Barillet *et al.*, 2001). Por parte de los gobiernos autonómicos, nacionales y de la Unión Europea, se han ido tomando medidas para intentar paliar esta situación, pero a pesar de las disposiciones adoptadas, la despoblación y el abandono siguen creciendo. Además, esta despoblación encarece la prestación de servicios básicos (como educación y sanidad), dificultándose el mantenimiento de los mismos y agravando el problema del arraigo de población a estas zonas.

La conservación de actividades y personal activo en el medio rural es determinante para el arraigo de población. En el caso que nos compete del sector de producción del ovino lechero, su supervivencia depende, por un lado, de que se alcance y mantenga un precio de venta de leche adaptado a los costes de producción. Actualmente y a diferencia de los negocios directamente ligados al sector ganadero (fábricas de piensos, transportistas, industria transformadora, intermediarios, distribución), el productor de leche ovina se encuentra frecuentemente con una situación en la que debe asumir tanto el precio que le imponen en su principal gasto (productos para la alimentación de los animales), como el precio de venta de la leche que produce, resultando un margen de beneficio demasiado

pequeño e incluso por debajo del coste de producción. Si estas condiciones se prolongan en el tiempo o se agravan, ocasionan la desaparición del productor.

Por otro lado, la supervivencia del sector depende de que éste ofrezca unas condiciones laborales que permitan una calidad de vida similar a la que proporcionan otros empleos. Un margen de beneficio adecuado que posibilite un sueldo digno para el ganadero es el primer paso, pero si no se ofrece una calidad de vida y unas condiciones laborales equiparables a cualquier otro empleo, los abandonos continuarán.

Una posible vía para alcanzar estos objetivos (margen de beneficio y calidad de vida) es aumentar la productividad por medio de la intensificación. El incremento de tamaño permite un mayor volumen de producción, que unido a la intensificación y al aumento de productividad mejora la competitividad y la capacidad de absorber periodos de precios bajos. Además, se requiere un número mayor de trabajadores, lo que deriva en una mejora en las condiciones y organización, lo que nos permite un bienestar laboral mayor (establecimiento de horarios, vacaciones, etc.; Requejo *et al.*, 2011).

El tamaño mínimo que se debe alcanzar en una explotación con manejo intensivo será aquél que pueda ofrecer condiciones laborales y de productividad adecuadas. Lo más frecuente es el crecimiento de una explotación que decide incluir parte de mano de obra asalariada. Pero también existen grandes explotaciones promovidas normalmente por grupos de inversión, de carácter empresarial y profesional, que elevan las probabilidades de sostenibilidad de la explotación. Finalmente, existen otras opciones como la fabricación de queso con Denominación de Origen (D.O.) o especializaciones en líneas de producción como la ganadería ecológica. Sin embargo, en el conjunto de todas estas opciones, la intensificación tendrá un gran peso en cuanto a cantidad de mano de obra empleada y volumen de leche producida. De hecho, la mayor parte de la producción de leche de oveja en España se destina a la fabricación de quesos de mezcla y de quesos puros de oveja fuera de las D.O. (Rodríguez *et al.*, 2012).

En el año 2003, dentro del seno de la Cooperativa Alta Moraña, surgió el proyecto de crear una gran explotación intensiva de ovino, con fines productivos y económicos, lógicamente, pero también sociales, para reforzar el entramado productivo de nuestra

región y el arraigo de población al medio rural. Como socio financiero se eligió a Caja Duero, también con una gran implantación en la zona. Así, se constituyó en 2004 Granja Cerromonte S.L., que a día de hoy continúa funcionando en una buena situación económica, con una plantilla de 16 trabajadores (entre ellos 6 mujeres) y una producción anual de 1.800.000 litros de leche, cumpliendo las previsiones que este tipo de forma de producción tiene: capacidad de adaptación a situaciones difíciles del mercado y sostenibilidad a lo largo del tiempo.

Al comenzar este proyecto, se nos plantearon dudas fundamentales: raza a elegir (razas tradicionales mejoradas, Assaf española, Lacaune...; González *et al.*, 2007 ) sistema de cría de los corderos (lactancia artificial, lactancia natural total o combinada con ordeño, encalostrado manual o maternal...), manejo reproductivo (factor esencial que marca el ritmo productivo de todo el sistema, que incluye, en primera instancia la determinación de la edad al primer parto, el número de parideras/año, el intervalo parto-cubrición, sistemas de cubrición...; Abecia, 2008).

El sector ovino, tradicionalmente de baja rentabilidad, se encuentra muy arraigado en los sistemas tradicionales y sufre un grado de aislamiento elevado respecto de otras formas de producción ganadera más profesionalizada. En España, el 91% de la producción nacional se localiza en Castilla y León (66%) y Castilla la Mancha (25%; Magrama, 2013).

En Castilla La Mancha, aunque existen explotaciones modernas y de gran tamaño, la mayoría de la producción se destina a la elaboración del queso manchego en D.O. a partir de la raza Manchega, con producciones por animal reducidas. En Castilla y León, existe un mayor grado de intensificación, asociado a explotaciones de raza Assaf, con un mayor rendimiento productivo por oveja y una mayor profesionalización del ganadero (Milan *et al.*, 2011). Sin embargo, nos encontramos con una situación de multitud de sistemas intensivos o semiintensivos con pocas referencias avaladas, lo que en muchos casos facilita la pérdida del rumbo hacia la intensificación.

A nivel mundial las producciones de leche de oveja son pequeñas y están muy localizadas, sobre todo en el área del Mediterráneo, con formas de producción extensivas y tradicionales (tabla 2 de la introducción) y con una carencia general de datos reales sistematizados y estructurados, salvo excepciones (Pollot y Gootwine, 2004). El sistema más documentado es el francés (Barillet, 1985; Barillet *et al.*, 1994; Barillet *et al.*, 2001),

lo que hace que se utilice en muchos casos como referencia, aunque una parte importante de esta información no es aplicable a un sistema de producción intensivo (Barillet *et al.*, 2001).

Antes de abordar cualquier aspecto de la medicina de la producción hay que recordar, y mantener siempre presente, un enfoque básico que muchas veces se difumina: la productividad no es simplemente producir más litros por lactación. La productividad hay que referirla a un periodo de tiempo y al conjunto de todos los animales, de manera que vendrá determinada por la leche producida por oveja y año, contando toda la leche producida en la explotación ese año y la media de todos los animales adultos (mayores de 12 meses) (Martín *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2013). Por lo tanto, es posible instaurar sistemas de manejo que disminuyan la productividad por lactación media, o de un grupo concreto de animales, pero que, sin embargo, como resultado global, den lugar a un aumento de la productividad media por oveja y año.

Otro punto importante a enfatizar es que productividad y rentabilidad suelen estar directamente relacionadas, pero no siempre es así, ya que los costes de producción nos marcarán el límite de dicha rentabilidad. Frecuentemente, el objetivo de mejorar la rentabilidad se consigue mediante una mayor uniformidad de las producciones a lo largo de todos los meses del año, minimizando los efectos de la estacionalidad productiva de las ovejas.

Finalmente, en grandes empresas, la gestión de los recursos humanos está muy estrechamente ligada a la gestión reproductiva de la granja (ya que ésta marca el ritmo de trabajo y la uniformidad de carga del mismo a lo largo del tiempo, que a su vez determina de manera muy clara la gestión del personal). Éste es un aspecto complejo, con una gran repercusión en la rentabilidad y viabilidad de la explotación (Hernández *et al.*, 2012), de tal manera que antes de instaurar cualquier sistema de manejo animal (decisiones técnicas) debe de preverse la repercusión en este ámbito, ya que el factor humano puede alterar y variar los resultados de cualquier medida técnica (Requejo *et al.*, 2010). De hecho, desde que comenzó el proyecto de Granja Cerromonte S.L., partiendo de esquemas establecidos en ovino, se han observado resultados de rentabilidad menores directamente relacionados con desequilibrios en la distribución de cargas de trabajo durante determinados periodos de tiempo, debido a la dificultad de una buena organización.

Una vez definidos los puntos de partida (*grosso modo*: explotación de ovejas Lacaune, manejo reproductivo con 5 parideras/año y lactancia artificial completa), e implementada la recogida de los datos individuales de los animales de la granja en que se ha desarrollado el trabajo experimental de la presente tesis doctoral, decidimos abordar, en primera instancia, aspectos de la gestión reproductiva del rebaño, ya que, como se ha comentado previamente, es la base en la que se sustentará la planificación y el control de la explotación, pues condiciona el ritmo de productividad y el resto de actividades, recursos y mano de obra (Requejo *et al.*, 2010).

Las ovejas comienzan a producir leche en el momento en que paren y la idea básica para elevar la media del rendimiento por animal y año es minimizar la media de días improductivos por animal (días con una producción  $<0,60$  l/día; datos propios, no publicados). Una buena planificación reproductiva tiene como prioridad conseguir una distribución lo más uniforme posible de las producciones y del trabajo, evitando pérdidas y ayudando a disminuir los días improductivos de los animales y las denominadas “pérdidas insensibles” (Ruíz Mantecón, 2009). El punto clave en la planificación reproductiva viene determinado por el momento en que decidimos cubrir nuestros animales, es decir, asumimos que habrá momentos óptimos de cubrición, tanto en corderas para hacer su primer parto, como en ovejas adultas para hacer los partos sucesivos. Los momentos de cubrición (y gestación) darán lugar a los intervalos reproductivos clave, que en el caso de explotaciones de rumiantes lecheros son el intervalo nacimiento-primer parto o edad al primer parto (EPP), y el intervalo entre partos (IPP; Radostits, 2001). La repercusión del ritmo reproductivo sobre la producción es grandísima, y el estudio de la productividad requiere de la disponibilidad de la curva de lactación de los animales productores. Este primer escollo encontrado en el trabajo de investigación, se abordó a fondo por parte de colaboradores de nuestro grupo y sus resultados constituyen los dos trabajos publicados asociados a esta Tesis Doctoral (Elvira *et al.*, 2012; Anexo II). Con estos dos valiosos trabajos se determinaron los modelos matemáticos que dan lugar a un ajuste óptimo de la curva de lactación de la oveja Lacaune bajo condiciones de producción intensiva, lo que permitió seguir avanzando en el estudio, ya que los modelos citados en la bibliografía no resultaban satisfactorios para el ajuste de los datos de producción de las ovejas en este sistema, y sin un ajuste adecuado, no podíamos continuar con los estudios. Además, una vez determinados los modelos matemáticos, se efectuó una prospección de los factores ambientales,

productivos e individuales que pudieran afectar a las curvas de lactación de dichas ovejas Lacaune de esta explotación (Elvira *et al.*, 2013; Anexo II).

Una vez establecida la posibilidad del estudio, abordamos en primer lugar la cuestión de la edad al primer parto (EPP), dando lugar al primero de los trabajos publicados, derivados de esta memoria de Tesis Doctoral (ver Anexo I), que se encuentra resumido en el primero de los capítulos. En este trabajo estudiamos la repercusión, principalmente en producción y reproducción, de cuatro grupos de animales en función de su EPP: animales denominados “precoces”, con EPP anterior a los 13 meses de edad; animales con EPP “mediana”, con 13 y 14 meses de edad; animales con EPP “tardía”, con 15 y 16 meses de edad; y finalmente animales con EPP desde los 17 meses de edad, denominadas “veteranas”.

La conclusión principal, tras valorar la repercusión de la EPP sobre la productividad en distintas lactaciones, sobre el intervalo parto-parto y sobre la vida productiva, es que la EPP debería encuadrarse de manera ideal en un intervalo óptimo que abarque los 13 y 14 meses de edad. Concretamente se observó que una edad en el primer parto inferior a los 13 meses repercutía negativamente en producción (aunque levemente) y en longevidad, existiendo una clarísima desventaja en las edades para el primer parto tardías y muy tardías.

Sin embargo, debemos señalar que en el intervalo de “precoces” no establecimos límite inferior de edad, para poder definir cuál era el comportamiento productivo en edades demasiado tempranas, ya que aún cabía la duda del límite inferior. Mediante un análisis de los datos posterior a la publicación del estudio y en base a observaciones sucesivas, constatamos que más de un tercio de los animales del grupo de las “precoces” tuvieron su primer parto antes de los 12 meses y el resto del grupo con 12 meses (360-390 días). Así pues, hemos comprobado que el comportamiento productivo realmente negativo se da en animales con EPP inferior a los 12 meses, presentando las corderas con EPP de 12 meses una eficiencia productiva comparable a la de las corderas con EPP de 13 y 14 meses (resultados no publicados). Además esta EPP más temprana, de 12m, repercute muy positivamente en el índice general que comentamos antes, reduciendo el número de días improductivos/animal. Por otro lado, se ha optimizado aún más el manejo y la alimentación de la reposición para conseguir un mayor peso corporal y tamaño a la

pubertad ( $\geq 70\%$  del peso adulto) y un control más estricto de la edad de los lotes de animales antes de la cubrición.

Por lo tanto, aunando los resultados verificados en el trabajo del primer capítulo más las últimas evidencias descritas, a día de hoy, la EPP objetivo en esta explotación es algo menor que en el trabajo ya publicado, fijándose en el intervalo que abarca los 12-14 meses de edad, pero con la intención de acercarnos lo más posible a los 12 meses. Por otro lado, nunca serán cubiertos animales menores de 7 meses de edad ni mayores de 16 meses. La experiencia de estos últimos años nos dice que esta EPP objetivo da lugar a resultados productivos mejores (datos no publicados).

El segundo capítulo de la presente memoria de Tesis Doctoral aborda la determinación del valor óptimo y de la influencia sobre la eficiencia productiva de los animales de otro índice productivo esencial, a caballo entre la gestión reproductiva y la productiva: la longitud del periodo seco. De manera semejante, se compararon grupos de animales con un periodo seco “muy corto”: de 1 a 30 días; “corto”: de 31 a 60 días; “medio”: de 61 a 90 días; “largo”: de 91-120 días; y “muy largo”: con más de 120 días de secado. La productividad lechera se vio reducida tras periodos muy cortos, largos y muy largos; además, el intervalo parto-parto menor se asoció al periodo seco más corto, llegándose a la conclusión de que el intervalo óptimo de días secos oscila entre los 30 y los 60 días, con periodos de secado inferiores a 30 días o superiores a 60 días claramente negativos sobre aspectos productivos posteriores de las ovejas.

De nuevo, en base a la experiencia acumulada de los últimos años, hemos observado que dentro de este intervalo, es más positivo acercarse a los 30 días que a los 60 (datos no publicados), ya que al trabajarse con lotes de animales y no con animales individuales, la media de días secos se incrementa a consecuencia del número de días que estuvieron en cubrición (28 días en nuestro caso), con lo cual, la media de días secos del lote será de aproximadamente 44. Por lo tanto, actualmente, en la explotación Granja Cerromonte el objetivo con el que trabajamos es de periodo seco de 30 días (un mes antes del inicio de la paridera).

El tercer capítulo de esta memoria de Tesis Doctoral recoge el estudio de los efectos de la terapia antibiótica intramamaria sistemática en el secado, sobre el rendimiento productivo. Este tema es un tema muy actual y muy discutido, de nuevo, en la vaca

lechera, en la que llevaba más de 30 años como una pauta totalmente implantada. En la vaca se cuestiona actualmente el papel de las terapias sistemáticas de secado frente a un uso más racional de antibióticos en producción animal (Huijps y Hogeveen, 2007). Aun así, es indiscutible que un nivel elevado de células somáticas en la leche refleja un nivel elevado de infecciones intramamarias, con la consecuente pérdida de producción y las implicaciones en bienestar animal que esto conlleva (Halasa *et al.*, 2009; Gonzalo *et al.*, 2009; Spanu *et al.*, 2011).

En nuestro estudio, de manera semejante a lo demostrado repetidamente en el ganado bovino lechero, observamos una clara mejora productiva tras la instauración de la terapia antibiótica intramamaria general, con una reducción clara de las células somáticas (de un 50%) y una mejora en la calidad de la leche (leve elevación del contenido en grasa y proteína con una clara y muy significativa elevación de la producción diaria de leche).

Estos resultados siguen siendo indiscutibles... sin embargo, de nuevo, en los sistemas productivos todo es dinámico, y debemos continuar observando las distintas repercusiones de cada estrategia de manejo en el conjunto de la explotación.

En este ámbito nos encontramos con el problema, por un lado, de que existen pocos productos registrados para el secado en ovino y la mayoría de ellos tienen un periodo de supresión largo, en torno a 45-50 días, lo que nos obliga a alargar el periodo de secado (en contra de nuestros resultados óptimos sobre la longitud del periodo seco).

Por otro lado, si distribuimos uniformemente los partos a lo largo del año (no ya 5 parideras /año como se efectuó durante el estudio presentado en esta memoria de Tesis Doctoral, sino el sistema de 10 parideras al año que tenemos implantado en la actualidad, desde 2013), el control del periodo de supresión del antibiótico es muy dificultoso, ya que los lotes de cubrición son continuos y el tiempo de gestación de final de un lote y comienzo del siguiente son prácticamente indiferenciables a la ecografía. Así pues, en los lotes de animales secos pueden coexistir animales de parideras contiguas. Todo esto hace que la administración de la terapia de secado, probada como eficaz, implique un gran riesgo de provocar residuos en leche, riesgo que no se puede asumir por la repercusión económica elevadísima y simplemente por responsabilidad. En definitiva, actualmente, se trabaja con 10 parideras, lo que supone 10 grupos de 800 animales en cubrición/grupo, que darán lugar a los mismos grupos de secado y parto de unas 560 ovejas cada uno; si tenemos en cuenta los cambios de lotes de las no gestantes de cada lote y las que se secan antes del periodo previsto, tendremos un escenario que presenta

con frecuencia dificultades de adaptación del tamaño de los lotes con las capacidades de las instalaciones, con miles de anotaciones y tráfico entre lotes de animales que siempre generarán algún error. Hemos mejorado muchísimo el manejo, haciendo un control individual y preciso sobre anotaciones de cubrición y secado, pero aun así, encontramos errores por cambios de animales de lotes.

Además, la aplicación de las cánulas intramamarias de secado requiere mucha mano de obra, tanto para su aplicación, como para su posterior control, lo que repercute directamente en la gestión organizativa de los recursos humanos. De manera que, aunque hemos demostrado una clarísima ventaja económica (producimos más leche y de mejor calidad, lo que proporciona una ganancia extra superior al valor de la cánula y su aplicación) y productiva (ventaja técnica por la reducción del nivel de infecciones intramamarias) en los animales tratados, los factores negativos nos han hecho re-evaluar esta decisión. Así, hemos creído encontrar con la supresión del antibiótico intramamario un punto de equilibrio entre sanidad de ubre, producción y ausencia de riesgos de presencia de antibiótico, considerando asumible un recuento celular en tanque de alrededor de 750.000 células somáticas. En cualquier caso, tenemos que seguir trabajando en encontrar soluciones de manejo que nos ayuden a minimizar estas complicaciones y riesgos asociados a la terapia intramamaria de secado, o bien estudiar nuevas alternativas de secado, que bien podrían ser antibióticos parenterales con menor periodo de supresión, vacunas contra mastitis, tratamientos alternativos eficaces, mejora del encamado, desvieje de animales con recuentos celulares elevados, etc.

Para concluir esta memoria y a modo de resumen, señalar que en ovino lechero se está atravesando una fase de adaptación a una intensificación y gestión más profesionalizada con muy pocas referencias disponibles. Resaltar que con los conocimientos adquiridos, referentes a la curva de lactación media, la edad óptima al primer parto y los días de secado óptimos, conseguimos incrementar la productividad anual con lactaciones medias no muy largas, pocos días secos y edad al primer parto temprana. Pero también recordar que siempre debemos considerar el factor tiempo (producción media anual por animal productor), ya que es determinante en la rentabilidad, por lo cual, nuestra tendencia será siempre elegir los valores mínimos dentro de cada intervalo óptimo.

Pero aparte del gran valor de los resultados concretos y de las conclusiones extraídas de las evidencias numéricas, en cada uno de los distintos aspectos de la medicina de la producción observamos claramente que el sistema productivo es dinámico y que es básico seguir aprendiendo de la observación; analizar continuamente los resultados y evaluar críticamente las situaciones detectando puntos de mejora, tal y como cualquier esquema de trabajo de medicina de la producción marca (Radostits, 2001). Con la experiencia acumulada gracias a este trabajo respecto a la interpretación de los datos y el fruto que se extrae de ellos, nuestra percepción y análisis de la información ha mejorado y hemos ido añadiendo matices interesantes a los resultados obtenidos inicialmente, a la vez que detectamos nuevos enfoques que pueden ser determinantes en la producción intensiva.

A pesar de todo, no podemos olvidar que, tal y como hemos visto, en caso de discrepancias, los criterios de organización y planificación del trabajo humano priman casi siempre sobre otros criterios técnicos. La planificación general de la explotación (basada en la planificación reproductiva) y distribución de la mano de obra, son una de las claves para el éxito de la intensificación. Esta planificación será prioritaria en la mayoría de los casos sobre cualquier otro parámetro con el que pueda no coincidir. La optimización de la planificación del trabajo requiere una uniformidad de producción a lo largo de todo el año para tener éxito en la planificación general.

Finalmente, señalar la relevancia social que las explotaciones agrarias sostenibles poseen. La producción intensiva y el aumento de tamaño de las explotaciones de ovino lechero facilitan la mejora de las condiciones laborales y la incorporación de la mujer al mundo laboral en el medio rural. Por lo tanto, toda la información aportada para la mejora de este sector, como es la que contiene este trabajo, tiene, si cabe, aún más relevancia social que la meramente económica para el sistema en sí.

**CONCLUSIONES**



## **6. CONCLUSIONES**

1. La producción intensiva requiere de una constante toma de datos fiables y de una estructuración y análisis de los mismos, para dar lugar a decisiones basadas en evidencias.
2. Las decisiones tomadas deben ser dinámicas y someterse a revisión constante hasta conseguir un punto óptimo.
3. La Edad al Primer Parto (EPP) de las corderas lecheras de raza Lacaune influye significativamente en la vida productiva de los animales, en la productividad lechera y en la eficiencia reproductiva.
4. Las ovejas Lacaune con menor EPP (<390 días) elevan su eficiencia productiva con más lactaciones/oveja.
5. Las ovejas Lacaune con mayor EPP (>450 días) reducen su capacidad productiva.
6. El intervalo objetivo de la EPP debe oscilar entre 360 y 450 días, debiendo acercarse lo más posible a los 12 meses de edad (360-390 días).
7. La duración media del periodo seco en la oveja lechera Lacaune, influye significativamente en el intervalo parto-parto y en la producción lechera media en las lactaciones posteriores.
8. La peor eficiencia productiva se observó en secados extremos, de menos de 30 y de más de 120 días.
9. El intervalo parto-siguiente gestación se correlaciona positiva y directamente con la longitud del periodo de secado.
10. El valor medio óptimo del periodo seco debe encuadrarse entre 30 y 60 días, y el valor objetivo puntual en sistemas productivos debe ser de 30 días (con una media objetivo de 44 días).
11. La terapia de antibiótico en el secado eleva significativamente la producción a través de una reducción en un 50% de células somáticas, constituyendo una estrategia económicamente rentable en sistemas productivos de oveja de raza lechera Lacaune.

12. En función del sistema reproductivo y la capacidad para controlar los tratamientos individuales y la incorporación de la leche al tanque de explotación, debe valorarse muy cuidadosamente el riesgo de provocar residuos antibióticos en el tanque.

## **BIBLIOGRAFÍA**



## **7. BIBLIOGRAFÍA**

1. Abecia, A. (2008) Estrategias reproductivas frente a los cambios en los sistemas de producción ovina, *Tierras* 1 (147): 88
2. Acero Adámez, P. (2009) Planificación y manejo de la explotación de ovino de leche, Vol Tomo IV. Consejería de Agricultura y Ganadería
3. AESLA (2014) Catálogo de Sementales
4. AGRP0001838D, 2001. Décret du 22 janvier relatif à l'appellation d'origine
5. Albiñana, B., Torres, A., Gallego, L., Molina, A., Rodríguez, M., Fernández, N. (1993) Un ensayo de caracterización de los sistemas ovinos en Castilla-La Mancha. 1: Resultados según orientación productiva (carne vs. mixta). *ITEA*, 12: 466–468
6. Albiñana, B., Torres, A., Gallego, L., Molina, A., Rodríguez, M., Fernández, N. (1993). Un ensayo de caracterización de los sistemas ovinos en Castilla-La Mancha. 1: Resultados según orientación productiva (carne vs. mixta). *ITEA*, 12: 466–468
7. Arruda, AG, Godden S., Rapnicki, P., Gorden, P., Timms, L., Aly, S.S., Lehenbauer, T.W., Champagne, J. (2013) Randomized noninferiority clinical trial evaluating 3 commercial dry cow mastitis preparations: I. Quarter-level outcomes *J Dairy Sci.* 96: 4419–4435
8. Bach, A. (2011) Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation. *J Dairy Sci.* 94(2): 1052–7
9. Bachman, K.C., Schairer, M.L. (2003) Invited Review: Bovine Studies on Optimal Lengths of Dry Periods. *J Dairy Sci* 86(10): 3027–37
10. Barillet, F., Boichard, D., Barbat, A., Astruc, J.M. & Bonaiti, B. (1992) Use of an animal model for genetic evaluation of the Lacaune dairy sheep. *Livest Prod Sci* 31 287–299
11. Barillet, F., Marie, C., Jacquin, M., Lagriffoul, G. & Astruc, J.M. (2001) The French Lacaune dairy sheep breed: use in France and abroad in the last 40 years. *Livest Prod Sci* 71: 17–29

12. Barillet, F. (1985) Amélioration génétique de la composition du lait de brebis: l'exemple de la race Lacaune. Inst Natl Rech Agron. Paris-Grignon, France
13. Barillet, F., Boichard, D. (1994) Use of first lactation test-day data for genetic evaluation of the Lacaune dairy sheep. In, 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Guelph, ON, Canada, pp. 111–114
14. Bello, N.M., Stevenson, J.S., Tempelman, R.J. (2012) Milk production and reproductive performance: Modern interdisciplinary insights into an enduring axiom. *J Dairy Sci* 95: 5461–5475
15. Bergonier, D., De Crémoux, R., Rupp, R., Lagriffoul, G., Berthelot, X. (2003) Mastitis of dairy small ruminants. *Vet Res* 34: 689–716
16. Bernier-Dodier, P., Girard, C.L., Talbot, B.G. & Lacasse, P. (2011) Effect of dry period management on mammary gland function and its endocrine regulation in dairy cows. *J Dairy Sci* 94: 4922–4936
17. Bizelis, J.A., Charismiadou, M.A., Rogdakis, E. (2000) Metabolic changes during the perinatal period in dairy sheep in relation to level of nutrition and breed II: early lactation. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 73–84
18. Bocquier, F., Caja, G. (1999) Effects of nutrition on ewes' milk quality. In, Proceedings of the 5th Great Lakes Dairy Sheep Symposium, Brattleboro, Vermont, U.S.A., pp. 1–15
19. Boulenc P. (2009) Organización del esquema de selección de Lacaune. *Tierras n<sup>o</sup>* 159: 105–109
20. Britt, J., Painter, J., Alvarez, F (1998) Herd investigation - A comparison of milk production during first lactation. *Compendium on continuing education for the practicing veterinarian* 20: 645
21. Butler, W. (2000) Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci* 60–61: 449–57
22. Butler, W.R., Fullenkamp, S.M., Cappitello, L.A., Handwerger, S. (1981) The relationship between breed and litter size in sheep and maternal serum

- concentrations of placental lactogen, estradiol and progesterone. *J Anim Sci* 53, 1077–1081
23. Butler, W.R., Smith, R.D. (1989). Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive functions in dairy cattle. *J Dairy Sci* 72: 767–783
24. Buxadé, C. (1996) *Zootecnia. Bases de producción animal. Producción ovina*. Mundi-Prensa Libros Madrid
25. Byatt, J.C., Warren, W.C., Eppard, P.J., Staten, N.R., Krivi, G.G., Collier, R.J., (1992) Ruminant placental lactogens: structure and biology. *J Anim Sci* 70: 2911–2923
26. Caja, G., de Rancourt, M. (2002) Situation actuelle et perspectives de la production des ovins laitiers en Espagne. *Options Méditerranéennes. Serie B: Etudes et Recherches* 39: 57–66
27. Caja, G., Such, X. (1991) Situación de la producción de leche de oveja en España. Principales sistemas de producción. *OVIS*, 14: 11–27
28. Cambero Muñoz, P. (1999) Cuaderno de la explotación de ovino. Servicio Agrario de Caja Duero
29. Cannas, A. (2004a) Energy and protein requirements. In: Pulina, G. (Ed.), *Dairy sheep nutrition*. CAB Publishing, pp. 31–50
30. Cannas, A. (2004b) Feeding of lactating ewes. In: Pulina, G. (Ed.), *Dairy sheep nutrition*. Caby publishing, London
31. Cannas, A., Nudda, A., Giuseppe, P. (2002) Nutritional strategies to improve lactation persistency in dairy ewes. 8th Annual Great Lakes dairy sheep symposium. Ithaca (New York) USA, pp. 17–59
32. Carta, A., Sanna, S.R., Casu, S. (1995) Estimating lactation curves and seasonal effects for milk, fat and protein in Sarda dairy sheep with a test day model. *Livest Prod Sci* 44: 37–44
33. Contreras, A., Sierra, D., Sánchez, A., Corrales, J.C., Marco, J.C., Paape, M.J., Gonzalo, C. (2007) Mastitis in small ruminants. *Small Rum Res* 28: 145–153

34. Cook, N.B., Pionek D., Sharp, P. (2005) An assessment of the benefits of Orbeseal when used in combination with dry cow antibiotic therapy in three commercial dairy herds *Bovine Pract.* 39: 83–94
35. Cordonnier, P., Carles I., Marsal, P. (1973). *Economía de la empresa agraria*. Editorial Agrícola Española. Madrid (España).
36. Chaffer, M., Leitner, G., Zamir, S., Winkler, M., Glickman, A., Ziv, N. & Saran, A. (2003) Efficacy of dry-off treatment in sheep. *Small Rumin Res* 47: 11–16
37. Chagas, L.M., Baass, J.J., Blache, D., Burke, C.R., Kay, J.K., Lindsay, D.R., Lucy, M.C., Martin, G.B., Meier, S., Rhodes, F.M., Roche, J.R., Thatcher, W.W., Webb, R. (2007) Invited review: New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. *J Dairy Sci* 90: 4022–4032
38. Chapman, H.D., Young, J.M., Morrison, E.G. & Edwards, N.C. Jr. (1978) Differences in lifetime productivity of Herefords calving first at 2 and 3 years of age. *J Dairy Sci* 46: 1159–1162
39. Charismiadou, M.A., Bizelis, J.A., Rogdakis, E. (2000) Metabolic changes during the perinatal period in dairy sheep in relation to level of nutrition and breed. I. Late pregnancy. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 84: 61–72
40. Daza Andrada, A. (2002) *Mejora de la productividad y planificación de explotaciones ovinas*
41. Donaldson, L.E. (1968) The pattern of pregnancies and lifetime productivity of cows in a northern Queensland beef cattle herd. *Australian Vet J* 44 493–495
42. Duplessis, M., Cue R. I., Santschi D. E., Lefebvre D. M. & Lacroix R. (2014) Weight, height, and relative-reliability indicators as a management tool for reducing age at first breeding and calving of dairy heifers *J. Dairy Sci.* 98 :2063–2073
43. Elvira, L., Hernandez, F., Cuesta, P., Cano, S., Gonzalez-Martin, J.V. & Astiz, S. 2013. Accurate mathematical models to describe the lactation periods curve of Lacaune dairy sheep under intensive management. *Animal* 7: 1044–1052

44. Erskine, R. J. (2001) Enhancing immunity during the dry period: pitfalls and opportunities. *Natl. Mast. Coun. Ann. Meet. Proc.* pp. 95–106
45. Ettema, J.F. & Santos, J.E. (2004) Impact of age at first calving on lactation, reproduction, health and income in first-parity Holsteins on commercial farms. *J Dairy Res* 87: 2730–2742
46. Eyal, E., Lawi, A., Folman, Y., Morag, M. (1978) Lamb and milk production of a flock of dairy ewes under an accelerated breeding regime. *J Agric Sci Camb* 91, 69–79
47. FAO (2006a) *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome: Food and Agricultural Organization
48. FAO (2010) *Greenhouse gas emissions from the dairy sector: A life cycle assessment*.
49. FAO (2006b) *World agriculture: towards 2030/2050*. Food and Agriculture Organization, Rome.
50. FAOSTAT (2014). *FAO Statistics*. FAO.
51. FEAGAS (2011) *Razas de ganado ovino*. Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España. Federación Española Asociaciones Ganado Selecto.
52. Finocchiaro, R., van Kaam, J.B., Portolano, B. & Misztal, I. (2005) Effect of heat stress on production of Mediterranean dairy sheep. *J Dairy Sci* 88: 1855–1864
53. Flamenbaum, I. & Galon, N. (2010) Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel. *Journal of Reproduction and Development* 56 (Suppl) S36–S41
54. Fox, L.K., Hancock, D.D., Horner, S.D. (1992) Selective intramammary antibiotic therapy during the nonlactating period in goats. *Small Rumin Res* 9: 313–318
55. Fthenakis, G.C., Arsenos, G., Brozos, C., Fragkou, I.A., Giadinis, N.D., Glannenas, I., Mavrogianni, V.S., Papadopoulos, E., Valasi, I. (2012) Health management of ewes during pregnancy. *Anim Reprod Sci* 130: 198–212
56. Fuertes, J.A., Gonzalo, C., Carriedo, A. & San Primitivo, F. (1998) Parameters of test day milk yields and milk components for dairy ewes. *J Dairy Sci* 81: 1300–1307

57. Gabiña, D., Arrese, F., Arranz, J. & Beltran de Heredia, I. (1993) Average milk yields and environmental effects on Latxa sheep. *J Dairy Sc* 76: 1191–1198
58. Gali (2015) <http://reprogtv.software.informer.com/>
59. Gargouri, A., Such, X., Caja, G., Casals, R., Ferret, A., Vergara, H., Peris, S., (1993) Estrategias de cría-ordeño en ovino lechero. Efecto del tipo de cría (libre o restringida) y número de ordeños diarios (2 ó 3) sobre la producción de leche de ovejas de raza Manchega. *ITEA* 12: 30–32
60. Gil, M.J., Sánchez, M., Santos, R., De León, E. (2003) Resultados productivos del grupo ovino de leche COVAP. In, XXVIII Jornadas de la SEOC, Badajoz, pp. 98–101
61. Gill, G.S. & Allaire, F.R. (1976) Relationship of age at first calving, days open, days dry, and herd life to a profit function for dairy cattle. *J Dairy Sci* 59: 1131–1139
62. Godden, S., Rapnicki, P., Stewart, S., Fetrow, J., Johnson, A., Bey, R., Farnsworth, R. (2003) Effectiveness of an internal teat seal in the prevention of new intramammary infections during the dry and early-lactation periods in dairy cows when used with a dry cow intramammary antibiotic. *J. Dairy Sci* 86: 3899–3911
63. González Huertas, M.A. Pérez Cabal, Hernández Díaz, F., Alenda Jiménez, R. (2007) Assaf y Lacaune: Experiencia de cría conjunta en la Granja Cerromonte. *Ganadería* 136: 94–95
64. Gonzalo, C., Ariznabarreta, A., Carriedo, J.A., San Primitivo, F. (2002) Mammary pathogens and their relationship to somatic cell count and milk yield losses in dairy ewes. *J Dairy Sci* 85: 1460–7
65. Gonzalo, C., Carriedo, J.A., Garcia-Jimeno, M.C., Perez-Bilbao, M. & De la Fuente, L.F. (2010) Factors influencing variation of bulk milk antibiotic residue occurrence, somatic cell count, and total bacterial count in dairy sheep flocks. *J Dairy Sci* 93: 1587–1595
66. Gonzalo, C., Tardáguila, J.A., De La Fuente, L.F., San Primitivo, F. (2004) Effects of selective and complete dry therapy on prevalence of intramammary infection and on milk yield in the subsequent lactation in dairy ewes. *J Dairy Res* 71: 33–38

67. Gonzalo, C., Linage, B., Carriedo, J.A., Juarez, M.T., Beneitez, E., Martinez, A. & De la Fuente, L.F. (2009) Effect of dry therapy using an intramammary infusion on bulk tank somatic cell count in sheep. *J Dairy Sci* 92: 156–159
68. Gootwine, E. (2011) Mini review: breeding Awassi and Assaf sheep for diverse management conditions. *Trop Anim Health Prod.* 43: 1289–1296
69. Gootwine, E., Pollott, G.E. (2000) Factors affecting milk production in Improved Awassi dairy ewes. *Anim Sci J* 71, 607–615
70. Green, J.E., Green, L.E., Medley, G.F., Schukken, Y.H., Bradley, A.J. (2002) Influence of dry period bacterial intramammary infection on clinical mastitis in dairy cows *J Dairy Sci* 85: 2589–2599
71. Grummer, R.R. and Rastani, R.R. (2004) Why reevaluate dry period length? *J Dairy Sci* 87: E77–E85
72. Grummer, R. R., Wiltbank, M. C., Fricke, P. M., Watters, R. D. & Silva-del-Rio, N. (2010) Management of dry and transition cows to improve energy balance and reproduction. *J Reprod Dev* 56: S22 S28
73. Grummer, R.R. (2007) Strategies to improve fertility of high yielding dairy farms: Management of the dry period. *Theriogenology* 68: 281–288
74. Gümen A, Rastani RR, Grummer RR & Wiltbank MC (2005) Reduced dry periods and varying prepartum diets alter postpartum ovulation and reproductive measures. *J Dairy Sci* 88: 2401–2411
75. Gümen, A., Keskin, A., Yilmazbas-Mecitoglu, G., Karakaya, E. & Wiltbank, M. (2011) Dry period management and optimization of post-partum reproductive management in dairy cattle. *Reprod Domest Anim* 46: 11–17
76. Gutiérrez J, Martín S & Ruiz Mantecón A. (2015) Manual de usuario del programa de gestión técnico-económica G10, MSD Animal Health
77. Halasa, T., Østerås, O., Hogeveen, H., van Werven, T. & Nielsen, M. (2009) Meta-analysis of dry cow management for dairy cattle, Part 1. Protection against new intramammary infections *J Dairy Sci* 92: 3134–3149

78. Hare, E., Norman H.D., & Wright, J.R. (2006) Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States. *J Dairy Sci* 85: 365–370
79. Haworth, G.M., Tranter, W.P., Chuck, J.N., Cheng, Z. & Wathes, D.C. (2008) Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *Vet Rec* 162: 643–647
80. Hernandez, F., Elvira, L., Gonzalez-Martin, J.V. & Astiz, S. (2012) Influence of dry period length on reproductive performance and productivity of Lacaune dairy sheep under an intensive management system. *J Dairy Res* 79: 352–360
81. Hernandez, F., Elvira, L., Gonzalez-Martin, J.V., Gonzalez-Bulnes, A. & Astiz, S. (2011) Influence of age at first lambing on reproductive and productive performance of Lacaune dairy sheep under an intensive management system. *J Dairy Res* 78: 160–167
82. Hernández, F., Elvira, L., Tirado, A., González, J.V., Astíz, S. (2013). Gestión reproductiva del ovino lechero intensivo. *Consejos prácticos. Tierras ovino* 3: 40–48.
83. Hernandez, F., Ruíz Mantecón, A., Barrientos, F., Requejo, J.A., Martín, S., (2012) Gestión de costes productivos en ovino lechero: La mano de obra. *Tierras ovino* 1: 16–20
84. Hernandez, F. (2011) Toxemia de gestación: ¿es necesario un nuevo enfoque? *Tierras* 181: 50–52
85. Huijps, K. & Hogeveen, H. (2007) Stochastic Modeling to Determine the Economic Effects of Blanket, Selective, and No Dry Cow Therapy. *J. Dairy Sci* 90:1225–1234
86. ICAR (1992) International Regulations for Milk Recording in Sheep. In: *l'Elevage*, I.d. (Ed.), Paris, p. 15
87. INE (2010) Instituto Nacional de Estadística (INE)
88. Infocarne (2011) Raza ovina de la Unión Europea: Lacaune
89. INRA, I.N.R.A. (1988). *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Paris

90. Joy, S., Gallego, L. (1990). Métodos de gestión técnicoeconómica en explotaciones de ganado ovino en Albacete. XV Jornadas Científicas de la SEOC. pp. 199–207. Córdoba (España)
91. Joy, S. & Gallego, L. (1990). Métodos de gestión técnicoeconómica en explotaciones de ganado ovino en Albacete. XV Jornadas Científicas de la SEOC. pp. 199–207. Córdoba (España)
92. Kassem, R., Owen, J.B., Fadel, I. (1989). Rebreeding activity in milking Awassi ewes under semi-arid conditions. *Anim Prod* 49: 89–93
93. Labussière, J., Combaud, J.F., Petrequin, P. (1974) Influence de la fréquence des traites et des tétées sur la production laitière des brebis Préalpes du sud. *Ann Zootech* 23: 445–457
94. Las Heras, A., Dominguez, L., Fernandez-Garayzabal, J.F. (1999) Prevalence and aetiology of subclinical mastitis in dairy ewes of the Madrid region. *Small Rum Res* 32(1): 21–29
95. Lavín, P., Mantecón, A.R., Giráldez, F.J. (1997) Análisis productivo-económico de las explotaciones ovinas de leche basadas en las razas Churra y Assaf. ITEA, Volumen extra 18: 782–785
96. Le Cozler Y, Lollivier V, Lacasse P, Disenhaus C. (2008) Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review. *Animal* (9): 1393–404
97. Leitner, G., Chaffer, M., Shamay, A., Shapiro, F., Merin, U., Ezra, E., Saran, A., Silanikova, N. (2004) Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in sheep. *J Dairy Sci* 87: 46–52
98. Leitner, G., Silanikove, N., Merin, U. (2008) Estimate of milk and curd yield loss of sheep and goats with intramammary infection and its relation to somatic cell count. *Small Rum Res* 74: 221–225
99. Leroy, J.L., Opsomer, G., Van Soom, A., Goovaerts, I.G., Bols, P.E. (2008) Reduced fertility in high-yielding dairy cows: are the oocyte and embryo in danger? Part I. The importance of negative energy balance and altered corpus luteum function to the

reduction of oocyte and embryo quality in high-yielding dairy cows. *Reprod Domest Anim* 43: 612–622

100. Lin, C.Y., Mcallister, A.J., Batra, T.R., Lee, A.J., Roy, G.L., Vesely, J.A., Wauthy, J.M. & Winter, K.A. (1988) Effects of early and late breeding of heifers on multiple lactation performance of dairy cows. *J Dairy Sci* 71: 2735–2743
101. Loynes, I.J. (Ed.) (1983) *Sheep house design* Farm Buildings Information Centre, Stoneleigh, England
102. MAGRAMA,(2013), [http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2013/AE\\_2013](http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2013/AE_2013)
103. Marnet, P.G., McKusick, B.C. (2001) Regulation of milk ejection and milkability in small ruminants. *Livest Prod Sci* 70: 125–133
104. Martín, S., Mantecón, A.R., Lavín, P. (2009). Manejo reproductivo y gestión técnico-económica. *Mundo Ganadero*, septiembre, 44–48
105. McGuire, M. A., Annen, E. L. and Collier, R. J. (2004) Is a dry period really necessary? *Adv Dairy Technol* 16: 227–288
106. Mercier, P., Baudry C., Lenfants D., Mallerau M.P. (1998) Efficacy of antibiotic therapy at drying-off in dairy goats *Rec Med Vet* 174: 7–14
107. Milan, M.J., Caja, G., Gonzalez-Gonzalez, R., Fernandez-Perez, A.M., Such, X., (2011) Structure and performance of Awassi and Assaf dairy sheep farms in northwestern Spain. *J Dairy Sci* 94: 771–784
108. Moore, R.K., Kennedy, B.W., Schaeffer, L.R., Moxley, J.E. (1991) Relationships between age and body weight at calving and production in first lactation Ayrshires and Holsteins. *J Dairy Sci* 74: 269–278
109. Morant, S.V., Gnanasakthy, A. (1989) A new approach to the mathematical formulation of lactation curves. *Anim Prod* 49: 151–162
110. Morrissey, A.D., Cameron, A.W.N. & Tilbrook, A.J. (2008) Pregnancy does not affect commercial milk yield in dairy ewes managed to lamb at 9-month intervals. *Small Rum Res* 76: 211–214

111. Natzke, R.P., Everett, R.W. & Bray, D.R. (1975) Effect of drying off practices on mastitis infection. *J Dairy Sci* 58: 1828–1835
112. Neave, F., Dodd F., Kingwill R. (1966) A method of controlling udder disease *Vet. Rec.* 78: 521–523
113. Negrão, J.A., Marnet, P.G., Labussière, J. (2001) Effect of milking frequency on oxytocin release and milk production in dairy ewes. *Small Rum Res.* 39: 181–187
114. Neville, M.C., McFadden, T.B., Forsyth, I. (2002) Hormonal regulation of mammary differentiation and milk secretion. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 7: 49–66
115. Oravcová, M., Margetín, M., Peskovicová, D., Dano, J., Milerski, M., Hetenyi, L., Polák, P. (2006) Factors affecting milk yield and ewe's lactation curves estimated with test-day models. *Czech J Anim Sci* 51: 483–490
116. Overton, T. R. (2005) Is there a place for short dry periods for high producing herds? *Adv. Dairy Technol* 17: 25–34
117. Palacín, I., Abecia, J.A., Forcada, F., Casao, .A., Cebrián, J.A., Muiño, T., Palacios, C. & Pontes, J.M. (2008) Effects of exogenous melatonin treatment on out-of-season ram fertility. *Ital J Anim Sci* 7: 199–206
118. Peralta-Lailson, M., Trejo-González, A.A., Peraza-Villagómez, P., Berruecos-Villalobos, J.M., Vasquez, C.G. (2005) Factors affecting milk yield and lactation curve fitting in the Creole sheep of Chiapas-Mexico. *Small Rum. Res* 58: 265–273
119. Petridis, I.G. & Fthenakis, G.C. (2014) Administration of antibiotics to ewes at the beginning of the dry-period. *J Dairy Res.* 81: 9–15
120. Pezeshki, A., Mehrzad, J., Ghorbani, G. R., Rahmani, H. R., Collier, R. J. and Burvenich, C. (2007) Effects of short dry periods on performance and metabolic status in holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 90: 5531– 5541
121. Phythian, C. J., Phillips K., Wright, N., Morgan, M. (2014) Sheep health, welfare and production planning 1. Recording and benchmarking performance indicators of flock health and production. *In Practice* 36: 85–92

122. Pinedo, P., Risco, C. & Melendez, P. (2011) A retrospective study on the association between different lengths of the dry period and subclinical mastitis, milk yield, reproductive performance, and culling in Chilean dairy cows. *J Dairy Sci* 94: 106–115
123. Pinney, D.O., Stephens, D.F. & Pope, L.S. (1972) Lifetime effects of Winter supplemental feed level and age at first parturition on range beef cows. *J Anim Sci* 34: 1067–1074
124. Pirlo, G., Miglior, F. & Speroni, M. (2000) Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. *J Dairy Sci* 83: 603–608
125. Pollott, G.E. & Gootwine, E. (2004) Reproductive performance and milk production of Assaf sheep in an intensive management system. *J Dairy Sci* 87: 3690–3703
126. Pollott, G.E. (2000) A biological approach to lactation curve analysis for milk yield. *J Dairy Sci*. 83: 2448–2458
127. Pollott, G.E., Gootwine, E. (2000) Appropriate mathematical models for describing the complete lactation of dairy sheep. *Anim Sci J* 71: 197–207
128. Pryce, J.E., Royal, M.D., Garnsworthy, P.C., Mao, I.L. (2004) Fertility in the high-producing dairy cow. *Liv Prod Sci* 86: 125–135
129. Quigley, J.D. III, Nyabadza, C.S.T., Benedictus, G., Brand, A. (1996) Monitoring replacement rearing: Objectives and materials and methods. Herd health and production management. in: A. Brand, J.P.T.M. Noordhuizen, Y.H. Schukken (Eds.) *Herd Health and Production Management in Dairy Practice*. Wageningen Press, Wageningen, the Netherlands pp.75–102
130. Radostits, O.M. (2001) Chapter 1: Principles of herd health management of food-producing animals. Pp. 1–45 in *Herd Health OM Radostits, ed Food Animal Production Medicine*, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders
131. Rajala-Schultz, P.J, Torres, A.H.; DeGraves, F.J. (2008) The Effect of Selective Dry Cow Therapy on Subsequent Lactation Milk Yield. *American Association of Bovine Practitioners. Annual Conference*: pp 229

132. Ramírez-Andrade, B., Salama, A.A.K., Caja, G., Castillo, V., Albanell, E. & Such, X. (2008) Response to Lactation Induction Differs by Season of Year and Breed of Dairy Ewes. *J Dairy Sci* 91: 2299–2306
133. Ramón, M., Legarra, A., Ugarte, E., Garde, J.J. & Pérez-Guzmán, M.D. (2010) Economic weights for major milk constituents of manchega dairy ewes. *J Dairy Sci* 93: 3303–3309
134. Rancourt, M. de (2009). Presente y futuro de las ayudas comunitarias al sector ovino. En: *Ovinotecnia. Producción y Economía en la especie ovina*. pp. 453–461. Edita Prensa Universitaria de Zaragoza. Zaragoza (España)
135. Rassu, S.P.G., Enne, G., Liglos, S., Molle, G. (2004) Nutrition and reproduction. In: Pulina, G. (Ed.), *Dairy sheep nutrition*. Cabi publishing, London, UK
136. Rastani, R.R., Grummer, R.R., Bertics, S.J., Gümen, A., Wiltbank, M.C., Mashek, D.G., Schwab, M.C. (2005) Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: milk production, energy balance, and metabolic profiles. *J Dairy Sci* 88(3): 1004–14
137. Regli, J.G. (1999) Farm adapted breeds: a panel presentation of flock performance records for Lacaune dairy sheep Proceedings of the 5th. Great Lakes Dairy Sheep Symposium, Brattleboro VT, USA. 4–6: 51–54
138. Requejo, J.A., Martín, S., López, R., Hernández, F, Ruíz Mantecón, A. (2011) La gestión de la mano de obra y la influencia de los diferentes manejos reproductivos. *Tierras* 185: 22–27
139. Requejo, J.A., Martín, S., Ruíz Mantecón, A. (2010) Plan de explotación en ovino de leche. *Mundo ganadero* pp. 36–43
140. Revilla, I., Lurueña-Martínez, M.A., Vivar-Quintana, A.M. (2009) Influence of somatic cell counts and breed on physico-chemical and sensory characteristics of hard ewes'-milk cheeses. *J Dairy Res* 76: 283–289

141. Robert, A., Seegers, H., Bareille, N. (2006) Incidence of intramammary infections during the dry period without or with antibiotic treatment in dairy cows-a quantitative analysis of published data. *Vet Res* 37: 25–48
142. Rodríguez Ruiz, L., 2013. Análisis de la rentabilidad en las explotaciones de ovino de leche en Castilla y León. Universidad de León, León
143. Rodríguez, L., González, M.A., Verberana, J., García, J.I. Vitoriano, B. (2004a). Modelización en programación matemática de la estructura de costes de las explotaciones de ovino de leche Castilla y León. En: El ganado ovino de Castilla y León: Estudio socioeconómico y nuevas perspectivas de la reproducción. pp: 55–52. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Valladolid (España)
144. Rodríguez, L., Sánchez, M., Aldea, M. J. (2012). Informe de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia del sector ovino y caprino en España. <http://www.seoc.eu/site/es/otras-publicaciones-publicaciones>. pp 58– 84
145. Ronchi, B., Bernabucci, U., Bertoni, G. (1993) Valutazione comparata del metodo body condition score (BCS) nelle razze ovine Sarda e Lacaune. In, S.I.S.VET., Italy, pp. 1985–1989
146. Ruíz Mantecón, A. (2009) Estrategias para conseguir una producción de leche más rentable. *Tierras* 165: 12–17
147. Ruiz, R., Oregui, L.M., Herrero, M. (2000) Comparison of models for describing the lactation curve of latxa sheep and an analysis of factors affecting milk yield. *J Dairy Sci* 83: 2709–2719
148. Rupp, R., Clément, V., Piacere, A., Robert-Granié, C., Manfredi, E. (2011) Genetic parameters for milk somatic cell score and relationship with production and udder type traits in dairy Alpine and Saanen primiparous goats. *J Dairy Sci* 85: 3629–3634
149. Sánchez Belda, A., Sánchez Trujillano, M.C. (Eds.) (1979) Razas ovinas españolas. M.A.P.A. Madrid.
150. Sánchez-Rodríguez, M. (2011) Sector ovino lechero. Máster oficial de la Universidad de Córdoba en zootecnia y gestión sostenible: ganadería ecológica e integrada.

151. Santschi, D.E. y Lefebvre, D. M. (2014) Review: Practical concepts on short dry period management. *Can J Anim Sci* 94: 381–390
152. Santschi, D.E., Lefebvre, D., Girard, C.L. & Pellerin, D. (2009) Short dry period: a new reality? Results from a long term field study. *J Dairy Sci* 92(2): 1322–1332
153. Santschi, D.E., Lefebvre, D.M., Cue, R.I., Girard, C.L., Pellerin, D. (2011) Economic effect of short (35-d) compared with conventional (60-d) dry period management in commercial Canadian Holstein herds. *J Dairy Sci* 94(9): 4734–43
154. Schoknecht, P.A., Nobrega, S.N., Petterson, J.A., Ehrhardt, R.A., Slepetic, R., Bell, A.W. (1991) Relations between maternal and fetal plasma concentrations of placental lactogen and placental and fetal weights in well-fed ewes. *J Anim Sci* 69: 1059–1063
155. Sevi, A., Massa, S., Annicchiarico, G., Dell'Aquila, S., Muscio, A. (1999) Effect of stocking density on ewes milk yield and incidence of subclinical mastitis. *J Dairy Res* 66: 489–499
156. Shwimmer, A, Kenigswald, G., Van Straten, M., Lavic Y., Merind, U., Weisblite, L.G. (2008) Leitner Dry-off treatment of Assaf sheep: Efficacy as a management tool for improving milk quantity and quality. *Small Rum Res* 74(1–3): 45–51
157. Sierra, I. (1969). Posibilidades de industrialización de las empresas de ganado ovino de aptitud cárnica en el Valle del Ebro. *Archivos de Zootecnia*. 18: 113–163
158. Sierra, I., Zarazaga, I. (1971) Contribución al estudio técnico-económico de diversos sistemas de producción ovina. *Trabajos IEPGE-CSIC* 7:38
159. Spanu, C., Berger, Y.M., Thomas, D.L. & Ruegg, P.L. (2011) Impact of intramammary antimicrobial dry treatment and teat sanitation on somatic cell count and intramammary infection in dairy ewes. *Small Rum Res* 97: 139–145
160. Stelwagen, K. (2001) Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve. *J Dairy Sci* 84: 204–211
161. Such, X. & Caja, G. (1995) Résultats d'efficacité alimentaire a l'Université Autonome de Barcelone. Final Scientific Report of European Contract CAMAR No 8001-CT 91–0113

162. Thornton, P.K. (2010) Livestock production: recent trends, future prospects. *Food Security Feeding the World in 2050*. 365: 154
163. Treacher, T.T., Caja, G. (2002) Nutrition during lactation. In: Feer, M., Dove, H. (Eds.), *Sheep Nutrition*. CAB International, Wallingford, UK
164. UAGCYL (2013) [Http://www.uagcyl.es](http://www.uagcyl.es) Informe lactaciones
165. Ugarte, E., Ruiz, R., Gabiña, D., I., B.D.H. (2001) Impact of high-yielding foreign breeds on the Spanish dairy sheep industry. *Liv Prod Sci* 71: 3–10
166. Ugarte, E., Serrano, M., de la Fuente, M.F., Pérez-Guzmán, M.D., Alfonso, L., Gutierrez, J.P. (2002) Situación actual de los programas de ovino de leche. . XI Reunión Nacional de Mejora Genética Animal. Pamplona
167. UPRALacaune (2005) La race Lacaune lait. Rodez
168. Van Amburgh, M.E., Galton, D.M., Bauman, D.E., Everett, R.W., Fox, D.G., Chase, L.E., Erb, H.N. (1998) Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *J Dairy Sci* 81(2): 527–38
169. Van Knegsel, A.T., Rummelink, G.J., Jorj Jong, S., Fievez, V., Kemp, B. (2014) Effect of dry period length and dietary energy source on energy balance, milk yield, and milk composition of dairy cows. *J Dairy Sci* 97(3): 1499–512
170. Walsh, S.W., Williams, E.J., Evans, A.C. (2011) A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim Reprod Sci* 123: 127–138
171. Watson DL & Buswell JF 1984 Modern aspects of sheep mastitis. *British Vet J* 140: 529–53
172. Watters, R.D. (2006) Effect of dry period duration on reproductive measures during the subsequent lactation in Holstein cows. *J Dairy Sci* 89: 288
173. Watters, R.D., Guenther, J.N., Brickner, A.E., Rastani, R.R., Crump, P.M., Clark, P.W., Grummer, R.R. (2008) Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle. *J Dairy Sci* 91(7): 2595–603

174. Watters, R.D., Wiltbank, M.C., Guenther, J.N., Brickner, A.E., Rastani, R.R., Fricke, P.M. & Grummer, R.R. (2009) Effect of dry period length on reproduction during the subsequent lactation. *J Dairy Sci* 92: 3081–3090
175. West, J.W. (2003) Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci* 86: 2131–2144
176. Wright, N., Phythian, C., Phillips, K., Morgan, M. (2014) Sheep health, welfare and production planning 3. Using financial indicators *In Practice* 36: 191–198
177. Zarazaga, I., Sierra, I. (1972). L'economie dans la production ovine. X Congreso Internacional de Zootecnia, pp. 193–220. Paris-Versalles (Francia)



**ARTÍCULOS DERIVADOS DE ESTA TESIS DOCTORAL**  
**(anexo I)**



A continuación se adjutan y detallan los artículos derivados del trabajo de esta Tesis Doctoral:

- **Hernandez, F.**, Elvira, L., Gonzalez-Martin, J.V., Gonzalez-Bulnes, A., Astiz, S., 2011. Influence of age at first lambing on reproductive and productive performance of Lacaune dairy sheep under an intensive management system. *J Dairy Res* 4, 1–8.

- **Hernandez, F.**, Elvira, L., Gonzalez-Martin, J.V., Astiz, S., 2012. Influence of dry period length on reproductive performance and productivity of Lacaune dairy sheep under an intensive management system. *J Dairy Res* 79, 352–360.

- **Hernandez, F.**, Elvira, L., Fernandez, B., Egea, M., Gonzalez-Bulnes, A., Gonzalez-Martin, J.V., Astiz, S., 2015. Effects of intramammary antibiotic therapy during the dry period on the performance of Lacaune dairy sheep under intensive management. *J Dairy Res* 82, 95–101.



## Influence of age at first lambing on reproductive and productive performance of Lacaune dairy sheep under an intensive management system

Fernando Hernandez<sup>1</sup>, Laura Elvira<sup>2</sup>, Juan-Vicente Gonzalez-Martin<sup>2,3</sup>, Antonio Gonzalez-Bulnes<sup>4</sup> and Susana Astiz<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> 'Granja Cerromonte SL' San Juan de la Encinilla, 05358 Ávila, Spain

<sup>2</sup> TRIALVET S.L., C/ Encina, 22, 28721 Cabanillas de la Sierra, Madrid, Spain

<sup>3</sup> Department of Animal Medicine and Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Universidad Complutense of Madrid (UCM), Avda Pta. de Hierro s/n, 28040, Madrid, Spain

<sup>4</sup> Department of Animal Reproduction, INIA, Avda Pta. de Hierro s/n, 28040 Madrid, Spain

Received 25 October 2010; accepted for publication 6 December 2010; first published online 4 March 2011

The present study investigated the effect of age at first lambing (AFL) on the performance of Lacaune sheep under intensive management conditions. Records from 3088 maiden sheep from one farm, for the period 2005–2010, were classified into four experimental groups: group E (early) ewes with AFL  $\leq$  390 d; group M (middle) with AFL of 391–450 d; group L (late) with AFL of 451–510 d; and group A (aged) with AFL  $\geq$  511 d. The higher the number of lactations, the lower were the yield/lactation and yield/Day in Milk. Ewes from group M up to 450 days old lambed 0.2 times more often and had 0.25 more lactations than the ewes from group L; in addition, the former group lambed 0.5 times more often and had 0.49 more lactations than ewes from group A. Group A had the lowest yield per lifetime; the yield followed the sequence: group E (1032 l) > group M (1051 l) > group L (989 l) > group A (859 l) ( $P < 0.0001$ ). Yield/lactation was affected by AFL during the first three lactations ( $P < 0.05$ ). Group E produced significantly less milk in the first lactation than ewes from groups M, L and A. AFL correlated negatively with the number of lactations in life ( $r = -0.26$ ;  $P < 0.0001$ ) and with total milk yield ( $r = -0.209$ ;  $P < 0.0001$ ). The productive performance between the ewes that reached puberty early ( $n = 404$ ) or late ( $n = 2684$ ) in life were different ( $P < 0.0001$ ) with the early sheep having a lower total milk yield (591 v. 1073 l,  $P < 0.0001$ ). In conclusion, the current study indicates that the optimal AFL for the Lacaune breed under an intensive dairy system is between 390 and 450 d. Ewes with AFL earlier than 390 d or later than 450 d are likely to have a shorter productive life and a lower lifetime milk production.

**Keywords:** Lacaune, dairy sheep, age at first lambing, performance, intensive management.

The Lacaune sheep originated in France and produces the milk used to prepare Roquefort cheese. Over the last 40 years, the Lacaune breed was selected from a dual-purpose animal with low dairy yields, to select for an animal with increased milk production. The selection programme incorporated artificial insemination, milk recording (yields, composition, type traits, somatic cell count and udder score; Barillet et al. 2001) and progeny testing of sires.

The Lacaune breed, owing to selection and export programmes, is currently one of the world's high-yielding

milk ovine breeds, with an average daily milk yield of 1.59 l and a total milk yield of 270 l over a 165-d lactation period. Since 1992, 17 countries have officially imported dairy Lacaune from France. In Spain, for example, the Lacaune breed produces 1.43 l of standard milk daily, compared with Manchega production of 0.75 l/d (Such & Caja, 1995). In Canada, the productivity of the Lacaune is 330 l in the first lactation (lactation period of 220 d) and 392 l in the second and subsequent lactations (lactation period of 241 d) (Regli, 1999).

Production of Roquefort cheese is strictly regulated (AGRP0001838D); legislation protecting Designation of Origin prohibits intensive milk production and insists on traditional management of the flocks. The hoggets are bred

\*For correspondence; e-mail: astiz.susana@inia.es

## Influence of dry period length on reproductive performance and productivity of Lacaune dairy sheep under an intensive management system

Fernando Hernandez<sup>1</sup>, Laura Elvira<sup>2</sup>, Juan-Vicente Gonzalez-Martin<sup>2,3</sup> and Susana Astiz<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> 'Granja Cerromonte SL', San Juan de la Encinilla, 05358 Ávila, Spain

<sup>2</sup> TRIALVET S.L., C/ Encina, 22, 28721 Cabanillas de la Sierra, Madrid, Spain

<sup>3</sup> Department of Animal Medicine and Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Universidad Complutense of Madrid (UCM), Avda Pta. de Hierro s/n, 28040 Madrid, Spain

<sup>4</sup> Department of Animal Reproduction, INIA, Avda Pta. de Hierro s/n, 28040 Madrid, Spain

Received 13 December 2011; accepted for publication 18 April 2012

Intensive management is almost the only way to ensure dairy farm profitability. The dry period length (DPL) is a key factor in the productivity and health of dairy cows, but whether the same is true of dairy sheep is unclear. This study investigated the effects of DPL on the performance of Lacaune sheep under intensive management. We recorded 8136 lactations from 4220 ewes on one farm for the period 2005–2010, and data from a total of 6762 complete lactations 1–4 were included in the study. The length of the dry period following the current lactation was studied. The larger the total milk yield (MY) and daily milk yield (DMY), the shorter was the DPL before the next lactation. DPL correlated with MY ( $r = -0.384$ ), DMY ( $r = -0.277$ ) and the lambing-to-conception interval (LC;  $r = 0.201$ ,  $P < 0.0001$ ) in the global analysis of all lactations (lactations 1–4). The influence of previous-DPL (P-DPL), or the length of the period prior to the start of the next lactation, was studied for 4318 lactations. P-DPL was classified into five intervals: very short (P-DPL-XS), 1–30 d; short (P-DPL-S), 31–60 d; medium (P-DPL-M), 61–90 d; long (P-DPL-L), 91–120 d; and very long (P-DPL-XL), > 120 d. P-DPL positively correlated with lambing-to-next conception interval (LNC;  $r = 0.095$ ,  $P < 0.0001$ ) for lactations 1–4. LNC was significantly shorter for P-DPLs that were very short, short, or long (P-PDL-XS,  $144.2 \pm 67.8$  d; P-PDL-S,  $149.1 \pm 57.2$  d; P-PDL-L,  $152.0 \pm 53.7$  d) than for groups with very long or medium P-DPLs (P-PDL-XL,  $161.5 \pm 62.9$  d; P-PDL-M,  $169.0 \pm 74.8$  d;  $P < 0.0001$ ). Moreover, P-DPLs that were very short, long, or very long were associated with the lowest milk yields (P-PDL-XS,  $377 \pm 215$  l; P-PDL-L,  $370 \pm 168$  l; P-PDL-XL,  $396 \pm 196$  l). These yields were significantly lower than the yields for short and medium P-DPLs (P-PDL-S,  $432 \pm 187$  l; P-PDL-M,  $436 \pm 191$  l;  $P < 0.0001$ ) when averages of lactations 1–4 were analysed. These results indicate that lactations with larger MY are followed by a shorter dry period, and that a dry period of 30–90 d leads to larger yields in the next lactation. The best LNC was associated with the shortest Previous-DPL. Hence, 30–60 d should be the optimal dry period length for Lacaune sheep under intensive conditions.

**Keywords:** Lacaune, dairy sheep, dry period length, performance, intensive management.

Lacaune sheep originated in France and produce the milk used to prepare Roquefort cheese. This breed has become one of the world's highest-yielding ovine milk breeds, with average daily milk yields of 1.59 l and a total milk yield of 270 l over a 165-d lactation period (Barillet et al. 2001).

Since 1992, 17 countries have officially imported dairy Lacaune from France. In Spain, for example, the Lacaune breed produces a standard daily milk yield of 1.43 l compared with Manchega production of 0.75 l (Such & Caja, 1995). In our previous study, average productivity was 448 l over a 238-d lactation period in an intensively managed Lacaune flock (Hernandez et al. 2011). In Canada, the productivity of the Lacaune is 330 l in the first lactation (lactation period, 220 d) and 392 l in the second

\*For correspondence; e-mail: astiz.susana@inia.es

## Effects of intramammary antibiotic therapy during the dry period on the performance of Lacaune dairy sheep under intensive management

Fernando Hernandez<sup>1</sup>, Laura Elvira<sup>2†</sup>, Beatriz Fernández<sup>3</sup>, Marta Egea<sup>4</sup>, Antonio Gonzalez-Bulnes<sup>4</sup>, Juan V Gonzalez-Martin<sup>2,5</sup> and Susana Astiz<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Granja Cerromonte SL, San Juan de la Encinilla, 05358 Ávila, Spain

<sup>2</sup> TRIALVET S.L., C/Encina, 22, 28721 Cabanillas de la Sierra, Madrid, Spain

<sup>3</sup> Department of Animal Reproduction, INIA, Avda Pta. de Hierro s/n, 28040 Madrid, Spain

<sup>4</sup> Outcomes Research Department, Pfizer Spain, Avda Europa 20B, 28108, Alcobendas, Madrid, Spain

<sup>5</sup> Department of Animal Medicine and Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Universidad Complutense de Madrid (UCM), Avda. Pta. de Hierro s/n, 28040 Madrid, Spain

Received 5 August 2014; accepted for publication 6 October 2014; first published online 3 December 2014

Often the only way to ensure profitability of Lacaune dairy sheep is intensive management, which requires appropriate dry-period treatment to ensure animal productivity and health. The present study aimed to investigate the effects of intramammary antibiotic dry therapy on the performance and health of Lacaune sheep under intensive management. We recorded data for 5981 complete lactation periods that followed a dry period. A total of 2402 lactation periods were preceded by a dry period involving intramammary administration of 300 mg of cephapirin benzathine (antibiotic group) and 3579 lactation periods were preceded by dry periods with no treatment (control group). The following on-farm yield data were collected for individual lactation periods: length of the subsequent lactation period; total milk yield per lactation period; daily milk yield and length of the subsequent dry period. Data on confounding factors that might affect productivity were also recorded, including the individual ewe, number of lactation periods and length of the previous dry period. Milk quality was assessed using data on somatic cell count (SCC) and content of protein and fat taken from the Spanish National Official Milk Yield Recording System. Antibiotic dry therapy significantly improved total yield per lactation period, which was  $429 \pm 151.1$  l in the antibiotic group and  $412 \pm 165.5$  l in the control group, as well as the daily milk yield, which was  $1986 \pm 497.0$  and  $1851 \pm 543.2$  ml/d, respectively (both  $P < 0.0001$ ). The initial dry period was significantly longer in the antibiotic group than in the control group, and dry period length correlated inversely with yield variables such as total yield per lactation period ( $r = -0.055$ ;  $P < 0.0001$ ) and yield per day in milk ( $r = -0.039$ ;  $P < 0.0001$ ). As a result, milk yield records systematically underestimated the positive effects of antibiotic dry therapy. Antibiotic dry therapy also significantly improved milk quality. Milk from the antibiotic group showed 50% lower SCC ( $573 \pm 1326$  vs.  $1022 \pm 2126$  cells/ml;  $P < 0.0001$ ) and slightly higher content in fat ( $7.33 \pm 0.91$  vs.  $7.15 \pm 0.87\%$ ) and protein ( $5.63 \pm 0.44$  vs.  $5.44 \pm 0.4\%$ ). The results of this study suggest that cephalosporin dry therapy of Lacaune dairy sheep increases milk production and improves milk quality during subsequent lactation periods.

**Keywords:** Lacaune, dairy sheep, antibiotic dry therapy, cephalosporin, SCC, intensive management.

One of the most effective strategies to reduce intramammary infections is antibiotic dry therapy. This practice is widely

used in dairy cows and has proven effective in keeping them healthy and enhancing milk production (Robert et al. 2006). Antibiotic dry therapy has also shown good results in meat sheep breeds, helping to increase weight gain in lambs relative to untreated animals (Watson & Buswell, 1984). The therapy has worked well in several breeds of dairy sheep (reviewed by Petridis & Fthenakis, 2014), including

†Current address: MSD Animal Health Spain, C/ Josefa Valcárcel, 38, 28027 Madrid, Spain.

\*For correspondence; e-mail: astiz.susana@inia.es



**ARTÍCULOS Y COMUNICACIONES RELACIONADAS CON  
ESTA TESIS DOCTORAL (anexo II)**

Los trabajos relacionados con el presente trabajo de Tesis Doctoral son los siguientes:

- Elvira, L., **Hernandez, F.**, Cuesta, P., Cano, S., Gonzalez-Martin, J.V., Astiz, S., 2013. Factors affecting the lactation curves of intensively managed sheep based on a clustering approach. *J Dairy Res* 80 (4): 439-447.
- Elvira, L., **Hernandez, F.**, Cuesta, P., Cano, S., Gonzalez-Martin, J.V., Astiz, S., 2013. Accurate mathematical models to describe the lactation curve of Lacaune dairy sheep under intensive management. *Animal* 7(6): 1044-1052.
  
- **Hernandez, F.**, Elvira, L., Gonzalez-Martin, J.V., Astiz, S., 2012. The Dry Period Length of Lacaune dairy sheep under intensive management: factors and effects on the productivity (comunicación oral). En: XXVII World Buiatrics Congress, Lisboa, Portugal, 3-8 junio. p. 70.
- Elvira, L., **Hernandez, F.**, Cuesta, P., Cano, S., Gonzalez-Martin, J.V., Astiz, S., 2012. Applying the Fractional Polynomial technique to describe the lactation curve of Lacaune dairy sheep under intensive management (poster). En: XXVII World Buiatrics Congress, Lisboa 3-8 junio. p. 298.
  
- **Hernandez, F.**, Elvira, L., Fernandez, B., Egea, M., Gonzalez-Bulnes, A., Gonzalez-Martin, J.V., Astiz, S., 2014. Effects of systemic intramammary antibiotic therapy during the dry period on the performance of Lacaune dairy sheep under an intensive management system (comunicación oral). En: XXVIII World Buiatrics Congress, Cairns, Australia, 27-31 julio. p. 134.



# Accurate mathematical models to describe the lactation curve of Lacaune dairy sheep under intensive management

L. Elvira<sup>1</sup>, F. Hernandez<sup>2</sup>, P. Cuesta<sup>3</sup>, S. Cano<sup>3</sup>, J.-V. Gonzalez-Martin<sup>1,4</sup> and S. Astiz<sup>5†</sup>

<sup>1</sup>TRIALVET S.L., C/ Encina, 22, 28721 Cabanillas de la Sierra, Madrid, Spain; <sup>2</sup>Granja Cerromonte S.L., San Juan de la Encinilla, 05358 Ávila, Spain; <sup>3</sup>Informatics Department for Research Support, Complutense University of Madrid, Avda de la Complutense s/n, 28040 Madrid, Spain; <sup>4</sup>Department of Animal Medicine and Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Complutense University of Madrid (UCM), Avda Pta. de Hierro s/n, 28040 Madrid, Spain; <sup>5</sup>Department of Animal Reproduction, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Avda Pta. de Hierro s/n, 28040 Madrid, Spain

(Received 28 April 2012; Accepted 20 October 2012; First published online 20 December 2012)

*Although the intensive production system of Lacaune dairy sheep is the only profitable method for producers outside of the French Roquefort area, little is known about this type of systems. This study evaluated yield records of 3677 Lacaune sheep under intensive management between 2005 and 2010 in order to describe the lactation curve of this breed and to investigate the suitability of different mathematical functions for modeling this curve. A total of 7873 complete lactations during a 40-week lactation period corresponding to 201 281 pieces of weekly yield data were used. First, five mathematical functions were evaluated on the basis of the residual mean square, determination coefficient, Durbin Watson and Runs Test values. The two better models were found to be Pollott Additive and fractional polynomial (FP). In the second part of the study, the milk yield, peak of milk yield, day of peak and persistency of the lactations were calculated with Pollot Additive and FP models and compared with the real data. The results indicate that both models gave an extremely accurate fit to Lacaune lactation curves in order to predict milk yields ( $P = 0.871$ ), with the FP model being the best choice to provide a good fit to an extensive amount of real data and applicable on farm without specific statistical software. On the other hand, the interpretation of the parameters of the Pollott Additive function helps to understand the biology of the udder of the Lacaune sheep. The characteristics of the Lacaune lactation curve and milk yield are affected by lactation number and length. The lactation curves obtained in the present study allow the early identification of ewes with low milk yield potential, which will help to optimize farm profitability.*

**Keywords:** Lacaune, dairy sheep, lactation curve, curve fitting, fractional polynomial

## Implications

Lacaune is a global sheep breed with high milk yield. Although intensive production systems of Lacaune are the only profitable method for producers outside the Roquefort area, little is known about this type of production system. Using 7873 lactations, this study examines mathematical functions for their ability to model the lactation of Lacaune sheep under intensive management. These results lay the foundation for further studies, which will help farmers detect factors affecting yields and detect ewes with low milk yield potential early in lactation. This will help them to make correct decisions to optimize profitability.

## Introduction

Lacaune sheep originated in France and produced the milk used to prepare Roquefort cheese. This breed has become

one of the world's high-yielding milk ovine breeds, with average daily milk yields of 1.59 l and a total milk yield of 270 l over a 165-day lactation period (Barillet *et al.*, 2001). In Spain, our group has observed mean milk yields of 448 l/ewe in an intensively managed flock, with a mean lactation length of 238 days (Hernandez *et al.*, 2011). Production of Roquefort cheese is strictly regulated by legislation of the European scheme of geographical indication named 'protected designation of origin'. This scheme promotes and protects names of quality agricultural products and food-stuffs. The farm management mandated by this legislation includes one lambing per year and 30-day suckling periods. For producers outside of the Roquefort area, intensive systems and its management is the only way to fully exploit animal potential. However, information about the dairy performance of Lacaune sheep during complete lactation periods under intensive management is scarce.

Modeling of lactation curves is an alternative way to analyze factors affecting milk yields. Modeling of lactation

† E-mail: astiz.susana@inia.es

## Factors affecting the lactation curves of intensively managed sheep based on a clustering approach

Laura Elvira<sup>1</sup>, Fernando Hernandez<sup>2</sup>, Pedro Cuesta<sup>3</sup>, Santiago Cano<sup>3</sup>, Juan-Vicente Gonzalez-Martin<sup>1,4</sup> and Susana Astiz<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup> TRIALVET S.L., C/Encina, 22, 28721 Cabanillas de la Sierra, Madrid, Spain

<sup>2</sup> Granja Cerromonte S.L., San Juan de la Encinilla, 05358 Ávila, Spain

<sup>3</sup> Informatics Department for Research Support, Complutense University of Madrid, Avda de la Complutense s/n, 28040 Madrid, Spain

<sup>4</sup> Department of Animal Medicine and Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Complutense University of Madrid (UCM), Avda Pta. de Hierro s/n, 28040, Madrid, Spain

<sup>5</sup> Department of Animal Reproduction, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Avda Pta. de Hierro s/n, 28040 Madrid, Spain

Received 4 March 2013; accepted for publication 3 July 2013; first published online 4 September 2013

This study investigated factors affecting milk production and lactation curves from complete lactations of Lacaune dairy sheep. Animals were part of a single flock under intensive management and were milked twice daily starting at lambing. The results of the analyses of 7788 complete lactations showed an average total milk yield of  $434 \pm 183$  l from lactations  $234 \pm 63$  d long, with an average lambing interval of  $302 \pm 65$  d. A Pollott additive mathematical model was used to estimate complete lactation curves. Clustering analysis identified four lactation types among Lacaune dairy sheep differing mainly in productivity i.e. milk yield per lactation (MY) and length of lactation (DIM). The so-called SL type involved short, less productive lactations ( $n=2137$ ; 27.4%;  $MY=222 \pm 75.5$  l and  $DIM=182 \pm 52.9$  d). The SN type involved short lactations of normal productivity ( $n=2039$ ; 26.2%;  $MY=396 \pm 73.7$  l and  $DIM=205 \pm 33.1$  d). The LP type involved long and productive lactations ( $n=2169$ ; 27.9%;  $MY=487 \pm 70.5$  l and  $DIM=265 \pm 40.7$  d), while the LVP type included long and extremely productive lactations ( $n=1443$ ; 18.5%;  $MY=694 \pm 114.0$  l and  $DIM=295 \pm 54.7$  d). Sheep showing the best lactation curves were usually younger than other sheep, and they had higher yield during the previous lactation, a shorter previous dry period ( $55 \pm 50.4$  for LP and  $61 \pm 55.0$  d for LVP types) and longer lambing intervals. In addition, they tended to be born in September and to lamb in March, October and December. Sheep were remarkably stable in their lactation curve behaviour: the curve type observed for the first lactation was highly likely to persist in subsequent lactations ( $P < 0.0001$ ). These results suggest that farmers can use the shape of the first lactation curve to guide their selection of ewes for breeding and retention on the farm, thereby improving flock productivity.

**Keywords:** Lacaune, dairy sheep, lactation curve, intensive management, factors, types.

Lacaune sheep originated in France and produce the milk used to prepare Roquefort cheese. This breed has become one of the world's highest-yielding milk sheep breeds, with average daily milk yields of 1.59 l and a total milk yield of 270 l over a 165-d lactation period (Barillet et al. 2001). Since 1992, 17 countries have officially imported dairy Lacaune from France. In Spain, for example, the Lacaune breed produces a standard daily milk yield of 1.43 l,

compared with Manchega production of 0.75 l (Such & Caja, 1995). In Spain, our group has observed mean milk yields of 448 l/ewe over a 238-d lactation period (Hernandez et al. 2011). In Canada, the productivity of the Lacaune is 330 l in the first lactation (lactation period, 220 d) and 392 l in the second and subsequent lactations over a 241-d lactation period (Regli, 1999).

Production of Roquefort cheese is strictly regulated by legislation of the European 'protected designation of origin' (PDO) scheme. This legislation mandates animal management involving only one lambing per year and a 30-d suckling period. For producers outside the Roquefort

\*For correspondence; e-mail: astiz.susana@inia.es



Ernesto A. de S.



**XXVII**  
**world**  
**biometrics**  
congress 2012  
lisbon portugal

**3 - 8 June**

Lisbon Congress Center

# Abstract Book



**Conclusions:** For the first time, we showed strong differences of clinical sensitivity between two ovine breeds upon BTV inoculation. Our results suggest that intrinsic host factors control the sensitivity to the BT disease, probably related to the quality of their innate responses.

## OC: 197

### Chronic proliferative rhinitis in sheep associated with salmonella enterica subspecies diarizonae

Lacasta, D.; Ferrer Miguel L.; Ramos José J.; Bueso Pedro J.; Fernandez A.; Ruiz De Arcaute M.; González María J.; Espada M.; De Las Heras M.

*Veterinary Faculty, University of Zaragoza, Spain*

**Objectives:** This report describes the clinical, histopathological and immunohistochemistry findings of 21 clinical cases of chronic proliferative rhinitis associated with *Salmonella enterica* subsp. *diarizonae* serovar 61:k:1,5,(7).

**Materials and Methods:** During the last 12 years, 21 clinical cases of chronic proliferative rhinitis associated with *Salmonella enterica* subsp. *diarizonae* have been diagnosed in the Veterinary Faculty Ruminant Medical Service at the University of Zaragoza, Spain. Some of the affected animals were hospitalized for more detailed examination at the Ruminant Medical Service at the Veterinary Faculty of Zaragoza. Data of clinical parameters were retrieved and haematological and biochemistry analyses were performed. Post-mortem examination was carried out and immunohistochemistry analyses were also performed. Microbiological study and serotyping was carried out at the alimentary laboratory of Zaragoza and Central Veterinary Laboratory (Algete, Madrid, Spain).

**Results:** Chronic rhinitis in sheep is commonly associated with parasites and also fungus (Silva et al. 2007a), However, few references are found in the literature of this chronic inflammations associated with bacteria of the *Salmonella* genus. Thus, Meehan et al. (1992) reported two cases of chronic proliferative rhinitis associated with *Salmonella arizonae* serovar 61:k:1,5,(7) infection in the United Kingdom. In all the animals of the study the clinical signs and the histopathological findings were similar. The clinical presentation began with a rhinitis causing a characteristic snore. This clinical signs worsened until bilateral proliferation obstructed the upper respiratory forcing the animal to mouth breathing. At the same time, the animals lost weight until cachexia. In the 21 cases *Salmonella enterica* subsp. *diarizonae* serovar 61:k:1,5,(7) was isolated. Moreover, no significant abnormalities were observed in routine blood biochemistry, but the haematology showed a relevant anaemia in some of the cases. Histopathological findings revealed a mucosa several times thicker than normal that had multiple polypoids. Immunohistochemistry labelled cocobacillary structures either in small amounts or very numerous inside epithelial cells.

**Conclusions:** It is possible to conclude that *Salmonella enterica* subsp. *diarizonae* serovar 61:k:1,5,(7) is an infective agent in sheep, being able to develop chronic proliferative rhinitis that cause the animal death.

## OC: 198



### The Dry Period Length of Lacaune dairy sheep under intensive management: factors and effects on the productivity

Astiz, S.; Hernández F.; Elvira L.; González-martin J.

*Animal Reproduction Department, INIA, Madrid, Spain*

**Objectives:** The present study investigated the effect of the length of the dry period (DP) on the performance of Lacaune sheep under intensive management conditions as well as the factors that could influence DP.

**Materials and Methods:** Records from 8136 lactations from 4220 sheep from one farm, for the period 2005-2010, were studied. The DP were classified into five intervals: DP-XS (very short, 1-30d), DP-S (short, 31-60 days), DP-M (middle; 60-90d), DP-L (long; 91-120d) and DP-XL (very long; >120 d). Analyses were performed with SPSS® 19.0. Statistical differences and relationships were estimated by ANOVA and Pearson correlation; significance considered with  $P < 0.05$ .

**Results:** Milk yield/lactation (MY) was  $429.6 \pm 188.5$ L; Days in Milk/lactation (DIM)  $231.7 \pm 68.8$ d; Milk Yield per Day in Milk (YDIM)  $1.799 \pm 0.56$ L; Mean Length of DP (DP)  $65.5 \pm 55.9$ d and Mean Lambing Interval (LI)

$300.4 \pm 66.3$ d. The DP correlated with MY ( $r = -0.386$ ;  $P < 0.0001$ ), YDIM ( $r = -0.280$ ;  $P < 0.0001$ ) and LI ( $r = 0.396$ ;  $P < 0.0001$ ) of the same lactation. The analyses from the lactations separated by lactation order demonstrated that the significant and negative correlation between MY, YDIM and DP remained until lactation sixth. The influence of DP on reproductive and productive parameters of next lactation was studied. DP correlated positively, slight but strongly significant to the interval Lambing-Next-Conception (LNC;  $r = -0.089$ ;  $P < 0.0001$ ). Results analyzed by lactation order demonstrated this positive correlation between DP and LNC from the second lactation onwards until the forth one ( $P < 0.01$ ). DP-XS, S and L resulted in shorter LNC ( $142.3 \pm 67.2$ ;  $147.7 \pm 57.0$  and  $148.7 \pm 52.4$ d) than DP-XL and M ( $158.3 \pm 62.7$ ;  $165.9 \pm 74.2$ d;  $P < 0.0001$ ). At lactation 2, previous DP with shortest LNC was DP-XS ( $147.3 \pm 68.2$ d). Previous DP with larger LNC were DP-XL ( $175.8 \pm 73.5$ d) and DP-M ( $188.5 \pm 79.4$ d;  $P < 0.0001$ ). At the second lactation the DP-XS, L and XL resulted in the lowest milk yields ( $390.5 \pm 225.3$ ,  $402.1 \pm 182.3$  and  $437.6 \pm 194.5$ L), and deferred from DP-S ( $458.1 \pm 195.0$ L) and DP-M ( $486.3 \pm 197.6$ L;  $P < 0.0001$ ). Similar results were observed in lactations 3 and 4 with DP-S and M reaching best MY ( $P < 0.0001$ ).

**Conclusions:** The higher the MY and YDIM the shorter is DP in the same lactation. Ewes with DP of 30-90d showed larger yields in the lactation after, whilst the best LI was observed by the ewes with the shortest DP (DP-XS and DP-S). Based on these results, the optimal DP would be 30-60d for Lacaune sheep under intensive conditions.

## OC: 199

### Effects of drying-off procedure of ewes' udder in subsequent mammary infection and development of mastitis

Fthenakis C. G.; Petridis G. I.; Mavrogianni S. V.; Fragkou A. I.; Gougoulis A. D.; Tzora A.; Fotou K.; Amiridis S. G.; Fthenakis C. G.

*University of Thessaly, Greece*

**Objectives:** Objective of the study was to evaluate effects of the procedure followed for drying-off of ewes' udder (i.e., abrupt or progressive drying-off) in subsequent mammary infection and development of mastitis.

**Materials and Methods:** We used 31 ewes, at the end of a lactation period, which were allocated in one of two groups. In ewes of group A ( $n = 19$ ), udder drying-off took place progressively during a period of 20 days; in ewes of group B ( $n = 12$ ), drying-off took place abruptly. We took samples of teat duct material and of milk for bacteriological and cytological examination before the start of the drying-off procedure, as well as immediately after the subsequent lambing (i.e., after a full dry-period).

**Results:** At the end of lactation, before the start of the drying-off procedure, bacteria were isolated from 4 samples of teat duct material and from 4 milk samples from group A ewes; respective results from group B ewes were 5 and 2 samples. Subclinical mastitis (confirmed by simultaneous presence of bacteriological isolation and increased cell numbers in milk) was detected in 4 group A and 2 group B ewes. Immediately after the subsequent lambing, bacteria were isolated from 3 samples of teat duct material and from 4 milk samples from group A ewes; respective results from group B ewes were 1 and 3 samples. Subclinical mastitis was detected in 3 group A and 2 group B ewes. There was no statistical difference ( $P > 0.55$ ) between results of bacterial isolation before the start of the drying-off procedure and those immediately after the subsequent lambing. Incidence of new infections during the dry-period was 0.19 for group A and 0.20 for group B ( $P > 0.94$ ).

**Conclusions:** The results do not support a hypothesis that the procedure for udder drying-off could affect the risk of infection of the mammary glands during the dry period.

## OC: 200

### Effect of dietary soybean oil and fish oil supplementation on testis development and blood metabolites of male growing kids

Najafi, M.; Adibmoradi M.; Zeinoaldini S.; Ganjkanlou M.; Yousefi A.; Baghchghi Y.

*Department of Animal Science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Islamic Republic of Iran*

**Objectives:** The aim of the present study was to investigate the effects of

**P: 985****Detection of mecA and toxins genes in coagulase negative staphylococci isolated from goat without mastitis in the state of São Paulo, Brazil**

Salerno, T.; Cunha Lourdes Ribeiro M.; Siqueira Keller A.; Condas Anuska Zeni L.; Pereira Cataneli V.; Camargo Henrique C.; Martins Yoshida Faccioli P.; Bonesso Fávero M.; Ribeiro Garcia M.

Univ. Estadual Paulista, UNESP, School of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Brazil

**Objectives:** Staphylococcus genus is considered the most important pathogen in goat mastitis. Coagulase Negative Staphylococci (CNS) comprises opportunistic microorganisms found in microbiota of the skin, mucous membranes, udders and teats of domestic animals. CNS have been isolated from milk of goats with and without mastitis. Staphylococci methicillin-resistant (MRS) and toxin production has emerged worldwide as great public health problem. Methicillin resistance in the Staphylococcus genus is codified by mecA gene. The aim of present study was to investigate the presence of mecA and toxins (sea, seb, sec, sed, tsst-1) genes using polymerase chain reaction (PCR) in CNS isolated from goats without mastitis.

**Materials and Methods:** Thirty-eight CNS strains were isolated from 200 goat milk without mastitis collected from six farms in central region of State of São Paulo, Brazil. The isolates were identified as Staphylococcus spp. and classified as coagulase negative using conventional microbiological methods.

**Results:** Molecular analysis enabled the classification of 38 CNS isolates as follows: *S. epidermidis* (n=16; 42.1%), *S. lugdunensis* (n=15; 39.6%), *S. pasteurii* (n=2; 5.3%), *S. auricularis* (n=1; 2.6%), *S. capitis urealyticus* (n=1; 2.6%), *S. saprophyticus* (n=1; 2.6%), *S. simulans* (n=1; 2.6%), and *S. warneri* (n=1; 2.6%). From 20 randomly selected CNS, mecA gene was detected in 15 isolates, predominantly in *S. epidermidis* (n=8; 53.3%). The gene of sea toxin was detected in 9 CNS isolates; seb in 3 strains; and sec in 2 isolates. In *S. epidermidis* strains, genes sea (5/20 = 25.5%), seb (3/20 = 15.0%), and sec (1/20 = 5.0%) were detected. None of the CNS isolates showed the presence of genes sed and tsst-1.

**Conclusions:** CNS isolated from milk of goats without mastitis presenting mecA or enterotoxins genes may constitute a health hazard to humans, when consuming milk and milk products, mainly if these dairy products are contaminated with *S. epidermidis*. Evidence suggests that *S. epidermidis* may serve as reservoir for antimicrobial resistance and/or toxin genes that are transferred to *Staphylococcus aureus*, considered to be the most virulent species involved in mammary infections in goats. Grant: Fapesp, Brazil, No. 2010/50823-5 and 2008/53499-4

**P: 986****Applying the Fractional Polynomial technique to describe the lactation curve of Lacaune dairy sheep under intensive management**

Elvira, L.; Hernández F.; Cuesta P.; Cano S.; González-martín Vicente J.; Astiz S. *Trialvet Veterinary Consultancy and Research SL, Spain*

**Objectives:** Although the lactation of sheep has been extensively studied, data on complete lactation periods are rare as usually lambs are allowed to suckle the first month. However, in this study we have included information about the complete lactation curve on Lacaune dairy ewes. The FP approach, applies selection model techniques on linear multiple regression from a subset of transformations of the time variable, being a simple computational method that can be used to fit any lactation curve. Objectives The present study investigated the suitability of a new mathematical model based on Fractional Polynomial Technique (FP) to describe the lactation curve of Lacaune dairy sheep under intensive management conditions.

**Materials and Methods:** Records from 8136 lactations from 3677 sheep from one farm, for the period 2005-2010, were studied. A total of 7873 complete lactations during a 40-week lactation period were used. To evaluate the model we calculated residual mean square

(RMS) as a measure of goodness-of-fit, Durbin Watson (DW) statistic as a measure of autocorrelation to test whether the residuals were randomly distributed and Runs Test to check the randomness of the distribution of the residuals. All data were processed with SAS® 9.2

**Results:** The subset of parameters for fitting the FP function to real data was selected using the best subset method of linear regression. A satisfactory fit was obtained using a subset of four parameters with the following transformations {1, 0, 0.5, 2}. Then, the selected function was the following  $Mt = k + k_1t + k_0 \ln(t) + k_0.5t^{0.5} + k_2t^2$ . Analyses of FP model showed a very small RMS (0.000492) and a large R2 (0.99937). Related to DW (0.678) and Run test, results were quite satisfactory with randomization of residuals for most lactation orders ( $P < 0.05$  for lactation 1, 3 and global and  $P < 0.01$  for lactation 2).

Additionally, we check the fit of the model, comparing real milk yield characterization data versus the generated data obtained with the FP model. For the global lactation the difference in milk yield was -0.11L; in peak yield +0.01L; in day of peak yield no deviation and in persistence at day 150 -2.15d mL/d. **Conclusions:** These results indicate that FP model is an accurate and easy method to fit Lacaune lactation curve in order to predict milk yield. The main advantages of FP model is that it provides a very good fit to an extensive amount of real data and that it is applicable on farm without specific statistical software.

**P: 987****Traumatic reticulo-pneumonia in an adult sheep**

Lacasta, D.; Ferrer Miguel L.; Ramos José J.; Ruiz De Arcaute M.; Figueras L.; Cebrian Miguel L.; Borobia M.

Veterinary Faculty, University of Zaragoza, Spain

**Objectives:** It is described the clinical and anatomopathological findings of a traumatic reticulo-pneumonia in an adult sheep.

**Materials and Methods:** This report discusses the clinical case of a sheep with a traumatic reticulo-pneumonia caused by a wire that crossed from the reticulum through the diaphragm, causing injury in the lung.

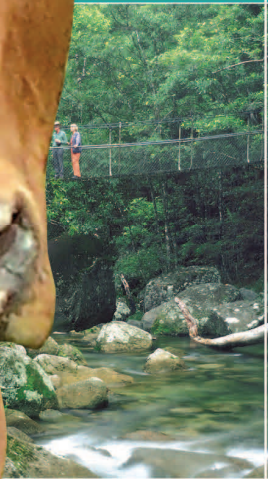
**Results:** Traumatic reticulitis due to perforation of reticulum by sharp foreign bodies is a common reported condition in bovines. It is frequent to find pointed bodies accumulated in the reticulum and sometimes these bodies pierced the wall and penetrate to the peritoneal cavity. From that point, the foreign bodies may proceed further and cause injury to surrounding structures. The signs observed are dependent upon the site of reticular perforation and lesions caused by foreign body, but it usually becomes fatal. The occurrence of traumatic reticulitis can be expected in ruminants, but while traumatic reticulitis has been frequently reported in the dairy cattle, rarely occurs in sheep and goats (Akkoc, 2007). In cattle, the most common site of lesion for reticular perforation is the pericardium. In bovine, pericarditis is almost always attributable to a reticular foreign body that has penetrated the reticular wall, diaphragm and pericardial sac (Braun, 2009). In the present report it is described a clinical case of traumatic reticulo-pneumonia caused by a wire. The animal developed a gangrenous pneumonia due to the wire penetrating from the reticulum. A eight-year-old ewe, weighing 55 kg, was remitted to the Ruminant Service at the Veterinary Faculty of Zaragoza, Spain. The animal showed anorexia, losing weight and weakness. The ewe was reluctant to move and showed a severe respiratory discomfort, including cough, dyspnoea, nasal discharge and abnormal breath odour. At the necropsy it was possible to observe fibrinous adhesions between the reticulum and diaphragm. The ewe had a large wire (8 cm) that penetrated through the reticular wall into the caudal lobe of the left lung, causing gangrenous pneumonia. The lesions comprised foci of pulmonary necrosis with accumulation of a foul-smelling exudate that was also present in the main bronchus and trachea. Furthermore, amyloid nephrosis was observed. The kidneys had a pale surface with scattered, military white-yellow foci.

**Conclusions:** This is the first description of a traumatic reticulo-pneumonia and it has to be taken into account that a foreign body in the reticulum can cross through the diaphragm and reach the lung instead of the pericardium.





**Proceedings of the XXVIII World Buiatrics Congress, Cairns 2014.  
Oral communication and poster abstracts.**



Buiatrics is the study of cattle and their diseases. The world "Buiatrics Congress" is like the Olympic Games of conferences for people who study cattle. Held somewhere different in the world every 2 years since 1960, with an average attendance of 1500-2500 delegates, the ACV is proud to have won the bid to host this prestigious congress in 2014. More information is available at [www.buiatrics.com](http://www.buiatrics.com)



Organisers:  
**Australian Cattle Veterinarians**  
A special interest group of the  
**Australian Veterinary Association Ltd.**

respectively,  $p = 0.02$ ). On day 0 there was also a significant difference in average variation of distal interphalangeal joint temperature before and after exercise ( $2.2^{\circ}\text{C}$  claws with severe overgrowth and  $0.4^{\circ}\text{C}$  for healthy claws,  $p=0.05$ ). Claws with moderate overgrowth (grade 1) were those that registered the largest variation and differences in temperatures, before trimming. These claws showed differences in temperature variations before and after the exercise before trimming, in all the joints evaluated ( $2.22^{\circ}\text{C}$  for the carpo-metacarpal/tarsal-metatarsal joints,  $1.86^{\circ}\text{C}$  for the proximal interphalange joint and  $1.48^{\circ}\text{C}$  for the distal interphalangeal joint,  $p= 0.14, 0.03$  and  $0.09$ , respectively). After trimming, there were no significant differences in temperature and variations of temperature before and after the exercise. The temperature of the healthy claws continued to decrease after exercise. Intermediate claws showed a reduction in the temperature variability. Finally, the temperature variation in animals with severe overgrowth did not suffer any change, continuing to be the claws with the highest temperature after trimming, in all the joints evaluated.

**Conclusions:** The distal interphalangeal joint, seems to be the most affected joint by claw overgrowth. There seems to be an ongoing process on the severe overgrown claws, even after trimming that reduces the response to exercise and to the environment. The healthy group showed a reduction in joint temperature after exercise. There are probably some claws that are over or under classified as 1, but, for a more detailed evaluation is important to distinguish these, because they have a different response from healthy claws, and they respond to the exercise differently, after trimming, revealing a difference from level 2 as well.

**Effects of systemic intramammary antibiotic therapy during the dry period on the performance of Lacaune dairy sheep under an intensive management system**

Hernandez, F<sup>1</sup>; Elvira, L<sup>2</sup>; Fernandez, B<sup>3</sup>; Egea, M<sup>3</sup>; Gonzalez-Bulnes, A<sup>3</sup>; Gonzalez-Martin, JV<sup>4</sup>; Astiz, S<sup>3\*</sup>

1-Granja Cerromonte, Ávila, Spain

2-MSD AH, Madrid, Spain

3-INIA, Madrid, Spain

4-UCM, Madrid, Spain

**Objectives:** The Lacaune dairy sheep is one of the world's largest-yielding ovine milk breeds. Information regarding management protocols of this breed under intensive management is scarce. The dry period and the management during this time is a key factor in the performance and health of dairy animals. This study investigated the effects of a systematic intramammary antibiotic dry treatment on the performance of Lacaune sheep under intensive management.

**Methods:** We recorded 3727 lactations from 2345 ewes on one farm for the period of March-2009 to January 2012. Since June 2010 an intramammary cephalosporin was applied in all sheep at the beginning of the dry period. All lactations that had a previous dry period and all recorded data were included in the study. A total of 1620 lactations were "Control" or not treated lactations (Group-C) and 2107 were "treated lactations" (group-T). Influence of the individual, lactation number (LN), previous dry period length (P-DPL) and previous interlambing interval (P-ILI) were statistically controlled as potential confounding factors. The effect of the treatment on the total yield of the following lactation (TY), yield per

day in milk (Y/DIM), total protein yield (TP), total fat yield (TF), somatic cell count (SCC; cells/mL  $\times 10^3$ ), the length of the next lactation (N-LL), the length of the next dry period (N-DPL) and on the next interlambing interval (N-ILI) were investigated. Data were analyzed using SPSS®19.0 (IBM, NY, USA). The statistical significance of differences was assessed by t-Student test and relationships between parameters were assessed by Pearson correlation analysis.

**Results:** Treatment improved ( $P<0.0001$ ) Y/DIM ( $2492\pm 608.84$  vs.  $2682\pm 690.54$  mL for groups C and T, respectively), FY ( $7.15\pm 0.87$  vs.  $7.33\pm 0.91\%$ ), PY ( $5.44\pm 0.40$  vs.  $5.63\pm 0.44\%$ ), and SCC ( $1022.24\pm 2126.22$  vs.  $573.68\pm 1326.78$  cell/mL  $\times 10^3$ ); it reduced N-LL ( $230\pm 49.04$  vs.  $216\pm 39.16$  d) and N-DPL ( $74\pm 42.58$  vs.  $67\pm 27.66$  d), as well as N-ILI ( $304\pm 56.62$  vs.  $283\pm 41.11$  d). Total milk yield/lactation was not affected ( $449\pm 152.75$  vs.  $439\pm 152.82$  L).

Regarding confounding factors: P-DPL and P-ILI were longer in treated-ewes ( $63\pm 44.84$  vs.  $71\pm 40.18$ , for C and T, respectively), (P-ILI= $292\pm 64.70$  vs.  $302\pm 60.57$  d), due to the need of longer time after treatment because of waiting period (35d). These factors are known to affect negatively milk yield, therefore, in our study, they induced to underestimation of the positive effects of the dry-treatment. The number of the lactation of the ewes did not differ between groups ( $3.04\pm 1.15$  vs.  $3.18\pm 1.36$ ).

The correlation study showed an inverse relationship in each experimental group and in the whole herd ( $P<0.0001$ ), between SCC and the main yield variables as Y/DIM ( $r=-0.192$ ); TY ( $r=-0.162$ ); fat yield ( $r=-0.079$ ); LL ( $r=-0.069$ ), but not with the other variables studied.

In order to control the effect of the individual, non treated lactations followed by a treated lactation in the same individual were analyzed. Two following lactations of 1390 sheep were included in the study, with the following results: The lactation after the treatment showed a higher yield Y/DIM ( $2413\pm 527.25$  vs.  $2695\pm 672.13$  mL for C and T, respectively), higher fat yield (FY= $7.09\pm 0.88$  vs.  $7.24\pm 0.85\%$ ), better protein yield ( $5.43\pm 0.41$  vs.  $5.61\pm 0.43\%$ ), and less SCC ( $773.17\pm 1682.18$  vs.  $614.44\pm 1362.05$  cells/mL  $\times 10^3$ ), than the previous non-treated lactation.

**Conclusions:** These results demonstrate that systematic intramammary antibiotic dry treatment in Lacaune dairy sheep under intensive management conditions improves yield and milk quality, mainly through a reduction in the SCC. This improvement increases the economic efficiency of this farm and the quality of the milk.

**Lipid Profile and Oxidative Stress Markers in Pneumonic Pasterullosis in Sheep**

El-Deeb, WM; Bakhsh, AA\*

King faisal Uiversity, Al-Ahssa, Saudi Arabia

**Objectives:** The aim of this study was to shed the light on the possible pathophysiological importance of lipid profile and oxidative stress markers in sheep with pneumonic pasteurellosis

**Methods:** Blood samples were collected from 36 Pasteurella multocida infected sheep, together with 20 healthy controls. Samples for bacteriological examination (nasal swabs, bronchoalveolar lavage) were collected from all animals and subjected to bacteriological examinations. Moreover, heart-blood

