



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

**Departamento de Producción Animal**

**FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN, A LA  
COMPOSICIÓN Y A LOS PARAMETROS TECNOLÓGICOS  
DE LA OVEJA MERINA DE GRAZALEMA**

TESIS DOCTORAL

Juan Diego Toledo Lucas

Córdoba, septiembre de 2013

TITULO: *Factores que afectan a la producción, a la composición y a los parámetros tecnológicos de la oveja merina de Grazalema*

AUTOR: *Juan Diego Toledo Lucas*

---

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 2014  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

[www.uco.es/publicaciones](http://www.uco.es/publicaciones)  
[publicaciones@uco.es](mailto:publicaciones@uco.es)

---

UNIVERSIDAD DE CORDOBA



UNIVERSIDAD DE CORDOBA

Departamento de Producción Animal

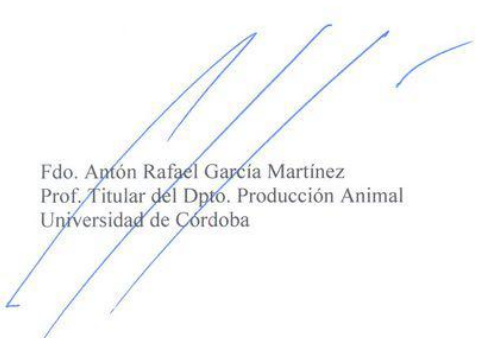
**FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN, A LA COMPOSICIÓN Y A  
LOS PARAMETROS TECNOLÓGICOS DE LA OVEJA MERINA DE  
GRAZALEMA**

Memoria presentada para optar al grado de Doctor en Ciencia y Tecnología de los  
Alimentos por la Universidad de Córdoba.

**Juan Diego Toledo Lucas**

**Córdoba, septiembre de 2013**

VºBº de los directores de la Tesis



Fdo. Antón Rafael García Martínez  
Prof. Titular del Dpto. Producción Animal  
Universidad de Córdoba



Fdo. Ana Isabel Garzón Sigler  
Prof. Titular del Dpto. Producción Animal  
Universidad de Córdoba



**TÍTULO DE LA TESIS:** "FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN, A LA COMPOSICIÓN Y A LOS PARAMETROS TECNOLÓGICOS DE LA OVEJA MERINA DE GRAZALEMA"

**DOCTORANDO:** Juan Diego Toledo Lucas

### **INFORME RAZONADO DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS**

La presente Tesis Doctoral es una obra rigurosa, metódica y argumentada, en la cual se ha realizado un planteamiento hipotético, una revisión bibliográfica exhaustiva, un análisis crítico y unas conclusiones coherentes con todo lo descrito.

Tras un planteamiento inicial, el doctorando ha ido adquiriendo y aplicando una metodología científica adecuada, con el resultado de una tesis bien cimentada.

Esta tesis se ha realizado durante un periodo de 5 años; durante estos años se han analizado gran número de muestras de leche de oveja Merina de Grazalema en el laboratorio lechero del Departamento de Producción Animal, estudiando en ellas los diferentes parámetros físico-químicos, tecnológicos e higiénico-sanitarios.

También se ha valorado como inciden en ellos una serie de factores como la ganadería, el nº de lactación o el recuento de células somáticas.

Pensamos que tanto los objetivos, como los resultados y conclusiones, son muy positivos y cumplen con la calidad científica deseada para que dicha Tesis Doctoral sea presentada a la Comisión de Doctorado para que autorice su defensa ante el Tribunal previsto.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 24 de Septiembre de  
2013

Firma de los directores


Fdo. Antón Rafael García Martínez

Fdo. Ana Isabel Garzón Sigler


**D. ANTÓN RAFAEL GARCÍA MARTÍNEZ Y Dña. ANA ISABEL GARZÓN SÍGLER, PROFESORES TITULARES DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**INFORMAN:** que el presente trabajo de investigación titulado “**FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN, A LA COMPOSICIÓN Y A LOS PARAMETROS TECNOLÓGICOS DE LA OVEJA MERINA DE GRAZALEMA**”, que constituye la memoria que presenta Juan Diego Toledo Lucas para aspirar al grado de DOCTOR, ha sido realizada bajo su dirección. Y para que conste, expiden y firman el presente informe en

Córdoba, a 24 de Septiembre de 2013



Fdo. Antón Rafael García Martínez  
Prof. Titular del Dpto. Producción Animal  
Universidad de Córdoba



Fdo. Ana Isabel Garzón Sigler  
Prof. Titular del Dpto. Producción Animal  
Universidad de Córdoba



## **AGREDECIMIENTOS**

Es difícil entender la importancia de los agradecimientos de una tesis doctoral hasta que no se ha terminado. En ese momento uno se da cuenta de cuánto tienes que agradecer a diferentes personas que han estado a tu lado.

En estas líneas intentaré resumir la gratitud que siento a todas aquellas personas que de un modo u otro han estado presentes durante esta etapa, haciendo posible que hoy deje de ser un sueño para pasar a ser una realidad:

A la Dra. Ana Isabel Garzón Sígler, directora de esta tesis, gracias por toda la ayuda prestada y por tus sabios consejos. Te agradezco que me hayas abierto, hace ya 6 años, las puertas de tu grupo de investigación a pesar de mi limitación de tiempo, dándome la oportunidad de poder avanzar en mi formación académica. Al Dr. Antón Rafael García Martínez, también director de esta tesis, por tu disponibilidad y colaboración en este trabajo.

A Antonio Figueroa, pieza imprescindible en este trabajo, y sobre todo excelente persona.

A la Asociación de criadores de raza Merina de Grazalema, en especial a Alfredo, por su colaboración en todo momento.

A Paco Díaz y a Rafael Flores, directores de las EE.PP. Sagrada Familia de Écija, por ofrecerme todas las facilidades para poder compaginar mi trabajo con esta tesis.

A M<sup>º</sup> José, Carmen, Jessica, Paqui, Aurora, Varinia, Águeda y Laura, por su ayuda en el laboratorio.

Pero mi mayor agradecimiento se lo debo a mis padres, Plácido y Teresa, que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por apoyarme en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, hayan sido buenas o malas, y especialmente por enseñarme a luchar por todo lo que quiero y a terminar lo que he empezado. Sin ellos nunca habría terminado esta Tesis Doctoral.

A mis hermanas, Paqui y Elisa, y a mi sobrina Sara, porque aún desde la distancia he recibido su incondicional apoyo y cariño. En este mundo global, las relaciones no se miden por la distancia física sino por la cercanía emocional.

A mis abuelos, que a pesar de no haber estado físicamente a mi lado, siempre los he tenido presentes por todo lo que me han enseñado y por todo el cariño que me han dado. En especial a mi abuelo Diego, que siempre me inculcó desde muy pequeño lo importante que era la formación académica para una persona.

A Luisa, compañera mía en este viaje de la vida, tu sabes mejor que nadie el esfuerzo y trabajo que me ha costado esta tesis, gracias por estar ahí, por aguantar mis ausencias y a veces por “soportar” mi presencia, y sobre todo por sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío.

A Pablo, mi hijo, que a pesar de haber aparecido el último en mi vida eres la pieza más importante. Tú también has “sufrido” esta tesis, gracias por soportar largas horas sin la compañía de tu padre, sin poder entender, a tu corta edad, el por qué prefería estar frente a un ordenador en vez de jugar contigo. A pesar de ello, tú siempre me has ofrecido una sonrisa que me ha llenado en todo momento de ánimo y fuerza.

Para finalizar, quisiera agradecer también a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis doctoral, que no necesito nombrar porque tanto ellas como yo sabemos que desde los más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y, sobre todo, cariño y amistad.



## **ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	1
<b>2. OBJETIVOS.</b>	5
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.</b>	7
3.1. Raza Merina.	8
3.1.1. Origen.	8
3.1.2. Historia.	8
3.1.3. Importancia Actual.	10
3.1.4. Distribución geográfica y censo.	11
3.1.5. Situación actual de la raza.	12
3.2. Oveja Merina de Grazalema.	14
3.2.1. Localización geográfica.	14
3.2.2. Origen y características generales.	15
3.2.3. Morfotipo.	18
3.2.4. Características adaptativas de la raza.	20
3.2.5. Líneas de trabajo sobre esta raza.	20
3.3. La leche.	22
3.3.1. Composición de la leche.	22
3.3.2. Características físico-químicas.	23
3.3.2.1. Hidratos de carbono.	25
3.3.2.2. Materia Grasa.	26
3.3.2.3. Materias Nitrogenadas.	28
3.4. Calidad higiénico-sanitaria de la leche.	31
3.4.1. Mamitis.	31
3.4.2. Células somáticas.	32
3.5. Aptitud quesera de la leche.	34
3.6. Producción quesera.	36

3.7. Factores que afectan a la producción, a la composición y a los parámetros tecnológicos de la leche.	38
3.7.1. Ganadería.	38
3.7.2. Nº de lactación.	39
3.7.3. Recuento de células somáticas.	41
3.8. Influencia de la composición de la leche sobre los parámetros tecnológicos.	50
<b>4.- METODOLOGÍA.</b>	53
4.1 Material.	54
4.2 Análisis.	54
4.3. Métodos.	55
4.3.1. Análisis físico-químicos.	55
4.3.2. Análisis higiénicos.	56
4.3.3. Análisis tecnológicos.	57
4.3.4. Análisis estadístico.	60
<b>5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	63
5.1- Estadísticos descriptivos.	64
5.1.1- Producción.	64
5.1.2- Composición físico-química.	65
5.1.3.- Parámetros tecnológicos.	66
5.1.4.- RCS.	68
5.2- Comparaciones múltiples.	69
5.2.1.- Ganadería.	69
5.2.1.1.- Ganadería y producción.	69
5.2.1.2.- Ganadería y pH.	70
5.2.1.3.- Ganadería y composición físico-química.	71
5.2.1.4.- Ganadería y parámetros tecnológicos.	74
5.2.1.5.- Ganadería y RCS.	76

5.2.2.- Nº de lactación.	79
5.2.2.1.- Nº de lactación y producción.	79
5.2.2.2.- Nº de lactación y pH.	80
5.2.2.3.- Nº de lactación y composición físico-química.	81
5.2.2.4.- Nº de lactación y parámetros tecnológicos.	84
5.2.2.5.- Nº de lactación y RCS.	87
5.3.- Correlaciones.	89
5.3.1. Producción.	89
5.3.1.1.- Producción y composición físico-química.	89
5.3.1.2.- Producción y parámetros tecnológicos.	91
5.3.1.3.- Producción y RCS.	91
5.3.2.- pH.	92
5.3.2.1.- pH y composición físico- química.	92
5.3.2.2.- pH y parámetros tecnológicos.	93
5.3.2.3.- pH y RCS.	94
5.3.3.- Composición físico-química.	96
5.3.3.1.- Composición y parámetros tecnológicos.	96
5.3.3.1.1.- Grasa.	96
5.3.3.1.2.- Proteínas.	98
5.3.3.1.3.- Caseínas.	100
5.3.3.1.4.- Lactosa.	101
5.3.3.1.5.- Extracto seco.	102
5.3.3.2.- Composición y RCS.	103
5.3.3.2.1.- Grasa.	104
5.3.3.2.2.- Proteínas.	104
5.3.3.2.3.- Caseínas.	104
5.3.3.2.4.- Lactosa.	104

5.3.3.2.5.- Extracto seco.	105
5.3.4.- Parámetros tecnológicos.	106
5.3.4.1.- Parámetros tecnológicos y RCS.	106
<b>6.- CONCLUSIONES.</b>	109
<b>7.- RESUMEN.</b>	111
<b>8.- BIBLIOGRAFÍA.</b>	115

## **ÍNDICE DE TABLAS:**

<i>Tabla 1</i>	<i>Producción Española de leche de oveja (millones de toneladas).</i>	<i>2</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Evolución nacional de la producción de queso por categorías (miles tm).</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Censo de diferentes razas españolas (2008).</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 4</i>	<i>Promedio de la composición básica de nutrientes de la leche.</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5</i>	<i>Propiedades físicas de la leche de cabra, oveja, y vaca.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 6</i>	<i>Comparación de las características físico-químicas de los lípidos y las estructuras de las micelas de la leche de cabra, oveja y vaca.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 7</i>	<i>Comparación de las estructuras de las micelas de la leche de cabra, oveja y vaca.</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 8</i>	<i>Porcentajes de grasa, proteínas y extracto seco de diferentes especies ovinas.</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 9</i>	<i>Disminución del contenido en lactosa para distintos autores.</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 10</i>	<i>Estadísticos descriptivos.</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 11</i>	<i>Parámetros tecnológicos de diferentes autores.</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 12</i>	<i>Parámetros tecnológicos de diferentes autores.</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 13</i>	<i>Correlaciones de los distintos parámetros.</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 14</i>	<i>Correlación entre la grasa y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio.</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 15</i>	<i>Correlación entre las proteínas y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio.</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 16</i>	<i>Correlación entre las caseínas y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio.</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 17</i>	<i>Correlación entre la lactosa y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio.</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 18</i>	<i>Correlación entre Extracto seco y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio.</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 19</i>	<i>Correlación entre el recuento de células somáticas y los parámetros físico-químicos en diferentes autores y este estudio.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 20</i>	<i>Correlación entre el recuento de células somáticas y los parámetros tecnológicos y este estudio.</i>	<i>106</i>

## **ÍNDICE DE FIGURAS:**

<i>Figura 1</i>	<i>Esquema de los componentes del Fossomatic.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 2</i>	<i>Movimiento oscilatorio del péndulo del Lactodinamógrafo.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 3</i>	<i>Diagrama de coagulación.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4</i>	<i>Producción de leche en diferentes ganaderías.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 5</i>	<i>Valor medio de pH en diferentes ganaderías.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 6</i>	<i>Valor medio de grasa en diferentes ganaderías.</i>	<i>71</i>
<i>Figura 7</i>	<i>Valor medio de proteínas en diferentes ganaderías.</i>	<i>71</i>
<i>Figura 8</i>	<i>Valor medio de caseínas en diferentes ganaderías.</i>	<i>72</i>
<i>Figura 9</i>	<i>Valor medio de lactosa en diferentes ganaderías.</i>	<i>72</i>
<i>Figura 10</i>	<i>Valor medio de extracto seco en diferentes ganaderías.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 11</i>	<i>Valor medio de <math>r</math> en diferentes ganaderías.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 12</i>	<i>Valor medio de <math>K_{20}</math> en diferentes ganaderías.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 13</i>	<i>Valor medio de <math>A_{30}</math> en diferentes ganaderías.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 14</i>	<i>Valor medio de <math>A_{60}</math> en diferentes ganaderías.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 15</i>	<i>Valor medio del rendimiento de la cuajada en diferentes ganaderías.</i>	<i>76</i>
<i>Figura 16</i>	<i>Valor medio del SRCS en diferentes ganaderías.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 17</i>	<i>Producción de leche (kg) en diferentes lactaciones</i>	<i>80</i>
<i>Figura 18</i>	<i>Valor medio del pH en las diferentes lactaciones.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 19</i>	<i>Valor medio de grasa en las lactaciones.</i>	<i>81</i>
<i>Figura 20</i>	<i>Valor medio de proteínas en las lactaciones.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 21</i>	<i>Valor medio de caseínas en las lactaciones.</i>	<i>82</i>
<i>Figura 22</i>	<i>Valor medio de lactosa en las lactaciones.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 23</i>	<i>Valor medio de extracto seco en las diferentes lactaciones.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 24</i>	<i>Valor medio de <math>r</math> en las diferentes lactaciones.</i>	<i>84</i>
<i>Figura 25</i>	<i>Valor medio de <math>K_{20}</math> en las diferentes lactaciones.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 26</i>	<i>Valor medio de <math>A_{30}</math> en las diferentes lactaciones.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 27</i>	<i>Valor medio de <math>A_{60}</math> en las diferentes lactaciones.</i>	<i>86</i>
<i>Figura 28</i>	<i>Valor medio del rend. de la cuajada en las diferentes lactaciones.</i>	<i>86</i>
<i>Figura 29</i>	<i>Valor medio del SRCS en diferentes lactaciones.</i>	<i>87</i>

## **HISTOGRAMA:**

*Histograma 1: Histograma del  $\log_{10}RCS$ .* 61

## **FOTOGRAFÍAS:**

*Fotografía 1: Oveja Merina de Grazalema.* 10

*Fotografía 2: Sierra de Grazalema.* 15

*Fotografía 3: Oveja Merina de Grazalema.* 18

*Fotografía 4: Oveja y corderos de la raza Merina de Grazalema.* 19

## **Abreviaturas:**

AMEGRA: Asociación de Criadores de la Raza Ovina Merina de Grazalema.

ANCGM: Asociación Nacional de Criadores de Ganado Merino.

ANOVA: Análisis unidireccional de la varianza.

BOE: Boletín Oficial del Estado.

CAE: Código Alimentario Español.

D.O.P.: Denominación de Origen Protegida.

FEAGAS: Federación española de asociaciones de ganado selecto.

IMI: Infecciones intramamarias.

INIA: Instituto nacional de investigación y tecnología agraria, y alimentación.

LNP: Leucocitos neutrófilos polimorfo nucleares.

LSD: Test de mínima diferencia significativa de Fisher.

MAGRAMA: Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente.

MAPA: Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.

NNP: Nitrógeno no proteico.

REGA: Registro General de Explotaciones Ganaderas

RCS: Recuento de células somáticas

RMT: Recuento de gérmenes totales.

SRCS: Score del recuento de células somáticas.

TB: Tasa Butírica.

UNESCO: Organización de Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura.

cel.: Células.

cel/ml: células por mililitro.

cols.: Colaboradores.

r: Tiempo de coagulación.

k<sub>20</sub>: Velocidad de endurecimiento.

A<sub>30</sub>: Dureza media del coagulo.

A<sub>60</sub>: Dureza máxima del coagulo.



# **1. INTRODUCCIÓN.**

## 1.- INTRODUCCIÓN:

En España, la producción ovina lechera y sus derivados constituyen una fuente económica importante para los ganaderos. Esta ganadería lechera se caracteriza por sistemas tradicionales de explotación en extensivo, basada en razas autóctonas y constituye hoy una producción de riqueza incalculable desde diversos puntos de vista, tanto económicos, como sociales y medioambientales.

Por otro lado, estas razas autóctonas españolas suponen un almacén genético fundamental que es necesario conservar, ya que constituyen la base de la producción animal en amplísimas zonas de España, por su grado de adaptación a un medio ambiente en condiciones de gran dureza (web: MAGRAMA, 2013).

España produce aproximadamente el 17% de la leche de oveja respecto a la Unión Europea. Prácticamente el 10% de esta leche se destina a la elaboración de quesos artesanales en las propia explotación y el 90% restante pasa a la industria (Revista Munimerca, 2010).

En los últimos años (hasta el año 2010-11), se está observando un aumento de la demanda de leche ovina, después de un ligero descenso que apareció en el 2007 (tabla 1). Esto ha ocurrido a pesar de que desde el año 2007 se está produciendo un declive del censo ovino lechero (desde 5.513.478 año 2007, hasta 4.710.48 año 2010) (Datos del Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA). Extraído de “AgrInfo 2011”).

*Tabla 1: Producción Española de leche de oveja (millones de toneladas)*

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010-11	2011-12
Oveja	422	415	409	420	489	565	368,7*

*\*Estimación*

*FUENTE: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (extraído de revista Munimerca, 2012).*

Durante el año 2011, la producción española de leche de oveja recogida en explotaciones agrarias (sin incluir el equivalente del queso) se elevó a 368.700 toneladas, un volumen inferior al del año 2010 en un 8,5%. Esta caída se produjo por la reducción de la cabaña lechera en un porcentaje similar. Así, el número de ovejas de ordeño censadas al acabar el año ascendía a 2,47 millones de cabezas. Casi todas las regiones tienen una producción de leche, pero son Castilla y León, con el 59%; Castilla-La Mancha, con el 25%, y Extremadura, con el 10%, las que lideran el ranking de producción (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente. Revista Munimerca, 2012).

La producción de leche de oveja en España, desde los años 90, se ha visto incrementada por la influencia de diferentes factores como la modernización de los sistemas de producción, la mecanización del ordeño y también los avances en los programas de selección y mejora genética (Othmane y col., 2002a).

A pesar de estos avances es común observar que, de forma mayoritaria, los programas de mejora de razas ovinas lecheras en Francia, Italia y España siguen el esquema convencional utilizado para ganado lechero vacuno, y consideran parámetros como el rendimiento lechero y el contenido en materia seca (grasa y proteína) como los principales criterios de selección (Macciotta y col., 2004).

En la actualidad se ha planteado la conveniencia de establecer un “contrato tipo para el suministro de leche de oveja”, con el que se pretende conseguir un marco estable en la comercialización de ésta, consensuando las opiniones de distintos estamentos implicados: organizaciones interprofesionales agrarias, Asociación Nacional de Fabricantes de Queso y la Confederación de Cooperativas Agrarias y el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Las características mínimas de la leche se basan en la normativa existente, el extracto seco útil (>10%) y la acidez (<23º). Con ello se pretende establecer un “precio pactado”, en base a un “precio base”, garantizado durante el mes natural en función de la calidad mínima, y un “precio variable”, con bonificaciones o penalizaciones en base al RCS y RMT, así como a otros conceptos como el cumplimiento de los Códigos de Buenas Prácticas Ganaderas (Molina y cols., 2009).

Estos mismos autores apuntan como razón principal de la aún limitada implantación de estos sistemas en muchos países a la estructura del sector de los pequeños rumiantes lecheros, con ganaderías de pequeño tamaño, a menudo localizadas en áreas extensas y con una amplia diversidad de sistemas de la producción. El sector presenta tal variabilidad de situaciones (sistemas de producción, nivel de producción y recogida de la leche, criterios de calidad y umbrales aplicados), que se hace imposible establecer sistemas globales para la determinación de criterios de pago por calidad de la leche de los pequeños rumiantes lecheros (Dubeuf y Le Jaouen, 2005).

Hay que tener en cuenta que en España, la mayor parte de la producción de leche de oveja se destina a la fabricación de quesos. El queso es un subproducto lácteo que tiene gran aceptación por parte del consumidor, de hecho, según datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (revista munimerca, 2012) durante los últimos cinco años, el consumo de queso ha aumentado 1,7 kilos por persona y el gasto se ha elevado 13 euros per cápita. En el periodo 2007-2011, el gasto

y el consumo más elevado se han producido en los años 2008 y 2011, respectivamente (58,2 euros y 8 kilos, en términos per cápita).

Dentro de las diferentes categorías de queso destaca el crecimiento de la producción de queso de oveja en los últimos años (tabla 2).

*Tabla 2: Evolución nacional de la producción de queso por categorías (miles tm)*

Año	1998	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Vaca</b>	110,2	116,00	110,20	134,40	130,00	134,20	129,5	131,4	129,0	123,5	124,1
<b>Oveja</b>	27,00	25,90	27,00	36,80	37,30	39,70	41,4	42,7	45,3	43,0	44,8
<b>Cabra</b>	8,80	11,80	4,90	13,10	14,90	14,10	16,7	21,6	20,4	20,9	16,2

Fuente: MAPA 2011. (Revista Munimerca, 2012)

El aumento de la demanda de los alimentos transformados de la leche y las exigencias de calidad cada vez mayores en el mercado, obligan al ganadero, en cierta manera, a la mejora del producto tanto en el proceso como en la calidad final, para poder optar al mercado en mejores condiciones y así aumentar su competitividad. Para ello, sería conveniente estudiar los factores más importantes que influyen a los parámetros tecnológicos, composición físico-química y producción lechera, como pueden ser el rebaño, el nº de control, el nº de lactación y el estado sanitario del animal.

También es importante trabajar en la mejora de las condiciones sanitarias del ganado, ya que tanto el RCS como el RMT serán considerados como parámetros para bonificaciones o penalizaciones en la leche, y también por la influencia del recuento de células somáticas, junto con la composición físico química, sobre los parámetros tecnológicos y sobre la producción de leche.

A la vista de todo lo expuesto, y después de analizar el aspecto económico de las ovejas de actividad lechera, desde el punto de vista social y medioambiental parece conveniente el fomento de las producciones ovinas, cuya base sean las razas autóctonas españolas, lo que permitirá mejorar los biotipos, conservar el hábitat y ejercer una labor de fijación de la población local al medio rural, garantizando a largo plazo una actividad ganadera competitiva con productos de calidad (Real Decreto 1734/2000, 20 de octubre).

## **2. OBJETIVOS.**

## **2.- OBJETIVOS:**

Los objetivos de este trabajo se concretan en:

- Determinar los parámetros de composición y tecnológicos de la leche de ovino de la raza Merina de la Sierra de Grazalema.
- Determinar el efecto de distintos factores de variación sobre la producción, la composición físico-química, la aptitud tecnológica y la calidad higiénica de la leche.
- Evaluar el efecto del recuento de células somáticas sobre la producción, la composición físico-química y los parámetros tecnológicos de la leche de oveja Merina de Grazalema.

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **3.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1.- RAZA MERINA**

##### **3.1.1- ORIGEN**

Se cree que el antecesor de la raza merina es *Ovis aries vigneí*, oveja del Caspio, que llega a España a través de las primitivas migraciones por el Mediterráneo. Sin embargo, la versión más reciente la denomina *Ovis aries turdetanus*, nombre que derivada de la Turdetania histórica (Esteban Muñoz, 2003).

La raza merina procede de un fenómeno mutacional por el cual el revestimiento piloso, propio de todos los ovinos primitivos, perdió su capa externa de fibras gruesas y meduladas, quedando solo la capa interna lanosa de fibras finas y ameduladas, que desde entonces constituye la cubierta o vellón típico de la raza (Sánchez Belda, 1986).

##### **3.1.2.- HISTORIA**

La historia del Merino es larga y fecunda, y se encuentra muy ligada a la historia de nuestro país. España, cuna del Merino, tuvo el monopolio de la lana durante centurias. Para ello se dictaron leyes prohibiendo la salida de España de ovejas merinas y se controló la exportación de la lana. También se otorgaron grandes privilegios a los pastores, estimulando el fomento de las grandes cabañas históricas; durante este periodo se crearon instituciones como la del Honrado Concejo de la Mesta, Asociación Nacional con carta de privilegio, cuya misión principal era la de proteger y fomentar la trashumancia de la oveja merina española (Sánchez Belda, 1986).

A finales del siglo XVIII y principios del XIX se produjo la salida del Merino de España. En una primera fase se difundió por distintos países de Europa (Francia, Alemania, Austria, Italia, Rusia, Holanda, Dinamarca, Reino Unido, Suecia, y Grecia) y, posteriormente a otros países como Argentina, Uruguay, EE.UU., Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, donde se localiza el núcleo más numeroso de Merino de la actualidad; ya que en estos países, la raza encuentra un medio más propicio para su explotación y desarrollo, debido al clima y a la abundancia de pastos, y también a la estructura de la propiedad de la tierra, en explotaciones de gran tamaño (Esteban Muñoz, 2003).

En definitiva, tras su salida de España, el Merino se difundió por los 5 continentes, adquiriendo una condición universal, dando lugar a la formación de la



gran cabaña mundial de Merino, con más de 220 millones de ovejas (que representa un 20% del censo ovino mundial), todas descendientes de los núcleos salidos de España (Esteban Muñoz, 1994).

Con la aparición de sustitutos de la lana en la confección de tejidos a mediados del siglo XX, los precios de esta fibra se vieron afectados fuertemente y la lana fue perdiendo valor poco a poco, hasta llegar a los momentos actuales, en que su beneficio económico representa poco valor. Ello obliga a dar una orientación distinta a su explotación, dirigiéndose hacia la producción de carne y a recurrir a la intensificación, tendente a la obtención de mayor número de corderos por oveja y año. Se produce un cambio en el sistema de explotación: por una parte, se dulcifica el anterior extensivo puro mediante la administración de ayuda complementaria a la obtenida en pastoreo en las épocas de penuria alimenticia y, por otra, los corderos se someten a un régimen de alimentación intensiva en cebadero (Esteban Muñoz, 1994).

En tales condiciones, la raza Merina pone de manifiesto sus buenas aptitudes para la producción de carne, aunque no era nueva esta faceta ya que a partir del Merino, en otros países, se formaron estirpes de alta especialización en este campo: Merino Precoz, Fleischschaf, entre otras (Esteban Muñoz, 1994).

Además de la carne, en la raza Merina, otro aspecto a destacar es la actividad lechera, en este campo resalta la oveja Merina de Grazalema, que está considerada y descrita por algunos autores como una variante del merino, si bien su lana es más basta y posee un marcado carácter lechero, siendo su uso para la obtención de quesos de oveja artesanales (web de la Asociación de Criadores de la Raza Ovina Merina de Grazalema).

En las últimas décadas del siglo XX, la conservación del merino ancestral ha sido preocupación del Ministerio de Agricultura, Pesca, y Alimentación. A este respecto cabe destacar dos hechos de interés: la creación en 1971 de un rebaño en el Depósito de Reproductores Selectos de Hinojosa del Duque (Córdoba), a partir de las cabañas tradicionales de mayor prestigio y, por otra parte, la Resolución de la Dirección General de la producción Agraria en 1981, donde se estableció el Libro Genealógico de la raza Merina (Esteban Muñoz, 1986).

Hoy día, se están haciendo programas de conservación a nivel regional de diferentes razas autóctonas, como la raza Merina de Grazalema, para promover los sistemas de explotación extensiva y fomentar las políticas ganaderas tradicionales al no ser contaminantes y contribuir a la conservación medioambiental y al mantenimiento de los espacios naturales. A su vez, para esta raza, se están realizando programas de investigación como el INIA, RZ-03-019, financiado por el Ministerio de

Educación y Ciencia (BOE núm. 81, de 5 de abril de 2005), en el que interviene la Asociación de criadores de la raza Merina de Grazalema, la Diputación Provincial de Cádiz y la Universidad de Córdoba, que presenta como objetivos la caracterización y evaluación de los recursos genéticos presentes con el fin de desarrollar un plan de preservación, recuperación y mejora de esta raza (AMEGRA, 2013).



Fotog. 1: Oveja Merina de Grazalema.  
(Foto: AMEGRA)

### 3.1.3.- IMPORTANCIA ACTUAL

La raza Merina sigue ocupando el primer puesto en importancia dentro de la ganadería ovina, desde el punto de vista censal (Ministerio de Medio ambiente y Medio Rural y Marino, 2009).

Desde el punto de vista medioambiental la raza Merina, junto al cerdo Ibérico, juegan un papel decisivo en el mantenimiento del ecosistema del encinar del oeste español. Además, su participación en el equilibrio ecológico es determinante en amplias áreas donde la capa que cubre la roca madre es muy superficial (amplias zonas de la Serena, Valle de Alcudia, grandes extensiones en la provincia de Cáceres, Grazalema, etc.) la oveja Merina actúa como elemento de fertilización del suelo, dando lugar a un proceso simbiótico entre: Merino-pasto- tierra. La rotura de dicho equilibrio, como consecuencia de la desaparición de este ganado, puede poner en peligro de erosión dichas zonas con los correspondientes efectos negativos, como pueden ser la pérdida de la vegetación y, en estados más avanzados, la desertización (Sierra y cols., 1998).

Por último, es preciso tener en cuenta el papel de la oveja Merina en la belleza del paisaje. No se concibe la dehesa extremeña o la andaluza sin la presencia, según casos, de la oveja Merina, el cerdo Ibérico o la vaca Retinta (Sierra y cols., 1998).

### 3.1.4.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y CENSO

La población mundial Merina, con más de 220 millones de cabezas, representa alrededor del 20% del censo ovino total. Si a esta cantidad se suman los efectivos correspondientes a las razas derivadas, en las que el Merino interviene en su formación: Corriedale, Ile de France, Polwart, Columbia, Targnee, Panamá, Merilin, Ideal, etc., resulta que entre merinos y afines, representan más del 30% del censo ovino mundial (Asociación de Criadores de Ganado Merino, 2011).

La oveja Merina, representa la raza con mayor censo en España, alcanzado los 3.400.000 de cabezas de ganado, cifra que esta muy por encima de otras razas presentes en la península ibérica (Tabla 3).

Tabla 3: Censo de diferentes razas españolas (2008):

RAZA	CENSO (estim.)	%	APTITUD
Merina	3.400.000	15	Carne - lana
Rasa Aragonesa	2.100.000	10	Carne
Manchega	1.600.000	7	Carne - leche
Segureña	1.500.000	7	Carne
Castellana	1.250.000	6	Carne- leche
Assaf	900.000	4	Leche - lechazos
Churra	800.000	4	Leche - lechazos
Lacha	500.000	2	Leche - lechazos
Agrupación entrefino- fino	500.000	2	Carne
Navarra	470.000	2	Carne
Ojalada	300.000	1	Carne
Montesina	100.000	-	Carne - lana
Ovinos precoces	80.000	-	Carne- lechazos
Ripollesa	70.000	-	Carne
Canaria	40.000	-	Leche- carne
Ojinegra	40.000	-	Carne

Fuente: Datos estimados procedentes de varias fuentes. Elaboración conjunta FEAGAS y SGPG

(Extraído: MAGRAMA, 2009).

El área de ocupación de la raza Merina en España es amplia, afectando a más del 70% de las provincias españolas. Sin embargo, el núcleo principal de animales más representativo de la raza ocupa las zonas adeshadas del Sureste y Sur de España, principalmente en la provincia de Badajoz, mitad Sur de Cáceres, Norte de Huelva y Sevilla, Nordeste de Córdoba (Valle de los Pedroches) y Oeste de Ciudad Real (Valle de Alcudia). Mas hacia el Sur, se localiza la zona de ocupación del Merino Andaluz, en la provincia de Cádiz, Sur de Córdoba, Oeste de Málaga y mitad Sur de Sevilla y Huelva. Hacia el Norte de España, y a través de una zona de transición correspondiente al

Norte de Cáceres y Sur de Salamanca llega a la zona de Sierra, donde ocupa una amplia franja central de la provincia de Ávila, continúa por el Sur de Segovia y toca a Madrid por Somosierra (Sánchez Belda, 2002).

Hay que destacar también, la presencia de núcleos aislados que han quedado acantonados en zonas de pastos tradicionalmente destinados a la trashumancia de la raza Merina. En este sentido hay que destacar: el de León, (comarca de Montaña de Luna); el de la zona Norte de Soria (Macizo Ibérico); Norte de la provincia de Cuenca, y en Teruel (Sierra de Albarracín), entre otros (Sánchez Belda, 2002).

### 3.1.5.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA RAZA

Tras el cambio del sistema de manejo y la mejora de la morfología como respuesta de la gran variabilidad genética de la raza, a la amplia y paciente labor desarrollada por la Asociación de Criadores, y gracias a la sensibilidad del Ministerio de Agricultura, de decisiva participación en la organización de la raza, se llega a los tiempos actuales. En abril de 1996 el Ministerio de Agricultura aprueba el Esquema de Selección Genética de la raza, cuyo objetivo principal es mejorar los caracteres relacionados con la aptitud cárnica, manteniendo en todo caso sus caracteres raciales y de rusticidad (Delgado y col., 1997).

Como máximo logro a todas estas actividades, en noviembre de 1997 fue publicado el primer catálogo de sementales mejorantes para producción de carne de esta raza, el cual se convierte en el primero de esta naturaleza en el Estado Español, (ANCGM, 1997).

La nueva orientación producida en los años 90 de la raza Merina, hacia la producción de carne y, secundariamente, de leche, ha modificado sus características morfológicas, destacando un aumento de peso de los animales y una mejor capacidad para afrontar estas producciones, para las que genéticamente está dotada, cuando se mejora su sistema de manejo (Serrano, 1999).

La oveja Merina tiene una buena capacidad lechera, si bien la duración de la lactación es corta. Suele coincidir con épocas favorables (primavera) donde se somete a ordeño después de haberle retirado el cordero. La leche es destinada a la producción de queso, de excelente calidad, de los que son ejemplos, el de la Serena y la Torta de Casar (Esteban Muñoz 1986).

Dentro de la raza Merina, una variedad con alta capacidad lechera es la Merina de Grazalema. Esta es una raza abierta, que no está sujeta a normas de selección

comunes, sino en la que cada ganadero ha actuado en este campo, según su saber y entender. En cualquier caso, los pocos trabajos de selección realizados en esta raza han ido dirigidos hacia la mejora de la producción de la leche.

Hoy día, la Diputación de Cádiz junto con la Asociación de Criadores de la Raza Ovina Merina de Grazalema (creada el 11 de julio de 2001, en Villaluenga del Rosario (Cádiz)) y la Universidad de Córdoba, trabajan estableciendo núcleos de control lechero y de carne, para la mejora de esta raza, en peligro de extinción (web de la Asociación de Criadores de la Raza Ovina Merina de Grazalema).

En la actualidad, a nivel nacional, para fomentar el consumo de productos autóctonos se ha creado la Marca de Garantía “ConSuma Naturalidad” que tiene como objetivo poner en valor a los productos que la llevan, ofreciendo al consumidor información complementaria sobre biodiversidad para facilitar una decisión de compra más comprometida y responsable protegiendo la biodiversidad silvestre española, a través del fomento de la producción y la promoción del consumo de alimentos derivados de diferentes razas de ganado (entre ellas la oveja Merina) y variedades vegetales autóctonas (web: [consuma naturalidad](#)).

Esta marca garantiza el origen de la materia prima del producto, fresco o transformado (razas de ganado y especies o variedades vegetales autóctonas), el ámbito geográfico de su producción (Red Natura 2000) y su relación con la conservación de la biodiversidad silvestre, ecosistemas, tradiciones, cultura y los paisajes humanos y naturales de nuestro país (web: [consuma naturalidad](#)).

La marca de garantía “ConSuma Naturalidad” fue presentada el pasado 16 de enero del 2013, en el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; y se trata de un proyecto avalado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y financiado por el instrumento Life de la Unión Europea (web: [consuma naturalidad](#)).

## 3.2.- OVEJA MERINA DE GRAZALEMA

### 3.2.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

La raza Merina de Grazalema se localiza en el Parque Natural de Sierra de Grazalema situado entre las provincias de Cádiz y Málaga con una extensión de 51.695 Ha. en la zona más occidental de la Cordillera Bética. Tierra de frontera entre el reino musulmán de Granada y Castilla entre los siglos XIII y XIV, esta serranía fue lugar de frecuentes contiendas. Surge así un hábitat humano muy concentrado, donde los pueblos se encaraman sobre las cumbres y laderas quedando plenamente integradas en el paisaje. Este marco cultural único, propio de muchas civilizaciones del cinturón de montañas que rodean el Mediterráneo, persiste en nuestros días a pesar del transcurso de los siglos (web: cadizturismo.com).

Un total de 13 municipios se hallan incluidos, en mayor o menor extensión, en la superficie del Parque: Grazalema, Zahara de la Sierra, Villaluenga del Rosario, Benaocaz, Ubrique, El Bosque, Prado del Rey y el Gastor de la provincia de Cádiz y Benaoján, Montejaque, Cortes de la Frontera, Jimena de Líbar y Ronda en la provincia de Málaga (web Consejería Medio Ambiente. Andalucía (a)).

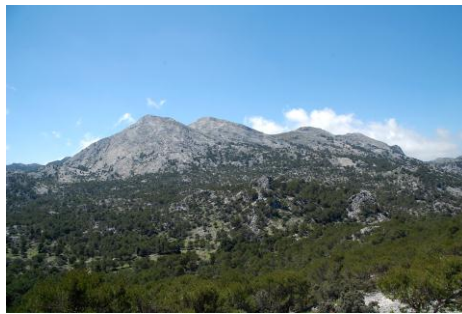
Esta serranía gaditana se levanta entre los 600 y 1600 m. sobre los valles y depresiones circundantes. Es una zona de agrestes relieves, con valles de paredes verticales como la "Garganta Verde", cuya profundidad alcanza los 400 m. También son frecuentes las cuevas o grutas entre las que se encuentran el "Complejo Hundidero-Gato", la mayor cueva de Andalucía o la "Cueva de la Pileta", conocida en todo el mundo por sus vestigios prehistóricos. (web Consejería Medio Ambiente. Andalucía (a)).

El clima es bastante peculiar; a pesar de ser una sierra, no se dan bajas temperaturas salvo algunos días aislados de enero y febrero. Sin embargo, lo que más destaca es su elevada pluviometría. El pluviómetro de Grazalema es el que recoge mayor índice peninsular (más de 2.000 mm de precipitación media anual), bastante por encima, incluso, de Santiago de Compostela. Tiene un microclima, con temperaturas no inferiores a los veinte grados en los meses estivales (web Consejería Medio Ambiente. Andalucía (b)).

La Sierra de Grazalema fue declarada en 1977 Reserva de la Biosfera por la UNESCO (web Consejería Medio Ambiente. Andalucía (b)).

### 3.2.2.- ORIGEN Y CARACTERISTICAS GENERALES

Este sobrenombre de la raza merina se debe al municipio de la provincia de Cádiz, Grazalema, que ha estado muy ligado a esta raza referente a la explotación de la misma y a la industria textil apoyada en su lana. También es conocida como oveja Grazalemeña y Serrana, y en Villaluenga, municipio de Cádiz donde se encuentra el núcleo más importante de ovinos de la raza, la denominan Payoya (Esteban Muñoz, 2003).



Fotog. 2: Sierra de Grazalema  
(Foto: Propia)

No existe unanimidad respecto a su origen, pero la hipótesis más aceptada es la que considera a esta raza como el resultado de cruzamientos entre animales de los troncos Merino campañés (forma estante no trashumante) y Churro, siendo este último el que le aporta la aptitud lechera y el embastecimiento de la lana con respecto al primero, aunque ha habido a lo largo de los años una selección a favor de una mayor calidad de la misma (web de la Asociación de Criadores de la Raza Ovina Merina de Grazalema).

Su aislamiento geográfico derivó en la fijación de diversos caracteres que dieron lugar a una población bien diferenciada de las dos originarias. Aunque actualmente el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España incluye a la raza Merina de Grazalema como raza independizada, en el grupo de Razas Autóctonas de Protección Especial (Real Decreto 1682/1997, de 7 de noviembre), tradicionalmente ha sido descrita como una variedad o ecotipo de la raza Merina, a pesar de existir diferencias notables que separan a ambas poblaciones, principalmente en lo que respecta a la capacidad de producción lechera y a las características de la lana. De hecho, el nombre de la raza procede de la unión del nombre de la raza supuestamente originaria y del municipio gaditano de Grazalema, muy ligado a estos animales gracias a una industria textil basada en la producción lanera del ganado Merino de Grazalema. Esta raza también se conoce como oveja Grazalemeña, Serrana o Payoya (web de la Asociación de Criadores de la Raza Ovina Merina de Grazalema).

No está aclarada la fecha de formación de la raza. Los habitantes de la zona de Grazalema recuerdan la presencia de estos ovinos desde siempre y los describen con las mismas características que hoy conservan; aunque hay algunos autores que datan su origen hace 200 ó 300 años (Esteban Muñoz, 2003).

La raza Merina de Grazalema se distribuye fundamentalmente en la Sierra de Cádiz (principalmente en Benaocaz, Grazalema y Villaluenga del Rosario) y en la Serranía de Ronda, en la provincia de Málaga, comarca que se sitúa en el límite sur-occidental de la Península Ibérica. Fuera de esta zona, hay rebaños en Alcalá de los Gazules (Cádiz), Morón de la Frontera (Sevilla) y en Encinasola (Huelva). Las zonas de la Serranía de Ronda y la Sierra de Cádiz se caracterizan por su gran altitud (entorno a los 1.000 metros) y elevada pluviometría (con medias superiores a los 1.500 l/m<sup>2</sup> anuales). Estas características confieren a esta comarca un microclima propio, catalogado como variante húmeda del clima mediterráneo (web: AMEGRA, 2013).

Se trata de una raza localista, en peligro de extinción, que vive en zonas de elevada altitud y orientada a la producción de carne y leche. De color variable, presenta un vellón de lana entrefina, de características homogéneas (Esteban Muñoz, 2003).

La Merina de Grazalema es una raza de gran rusticidad que conjuga su buena aptitud lechera y de crecimiento con su adaptación al ecosistema aprovechando los recursos de la zona como base de su alimentación. Todas estas características le confieren la idoneidad para su integración en explotaciones de producción ecológica tanto en su zona de origen como en los distintos enclaves de sierra de Andalucía, que permitiría la revalorización de sus producto (Casas y col, 2005).

En el año 2001 se constituyó en Villaluenga del Rosario (Cádiz) la Asociación de Criadores de la Raza Ovina Merina de Grazalema (AMEGRA), que fue oficialmente reconocida en julio de 2003 por la Consejería de Agricultura y Pesca para la llevanza de libro genealógico. Esta asociación es la encargada de velar por su pureza y protección y de la llevanza del libro genealógico de la raza (web: AMEGRA, 2013).

En el año 2011, la Asociación de Criadores de Raza Merina de Grazalema actualizó el censo de la raza, estimando una población de 4.900 cabezas, agrupadas en 34 explotaciones de la geografía andaluza. Si se compara este dato con el correspondiente a los 1.800 ejemplares registrados en 1990, se pone de manifiesto la evidente evolución positiva del censo. El rebaño medio se sitúa en 160 cabezas, con un macho por cada 25 hembras y una tasa de reposición del 16,57% (Casas y col., 2005).



En la actualidad, la explotación de la raza Merina de Grazalema se orienta hacia la producción lechera para la fabricación del reconocido queso de Grazalema, incluido en el Catálogo de Quesos Españoles. Esta reconversión hacia la producción quesera ha supuesto una revitalización de la explotación de la raza y está ayudando a incrementar el censo y a mejorar la situación de la raza (Casas y col., 2005). También es muy importante la producción de corderos tipo pascual. Ambas producciones se realizan en régimen semi-extensivo, agrupadas en rebaños de unas 100-200 ovejas que salen a pastar bajo la custodia permanente del pastor. Con una media de un macho por cada 25 hembras y una tasa de reposición del 16,57% (web: AMEGRA, 2013).

Esta raza, hoy día, está considerada como raza autóctona andaluza, catalogada en peligro de extinción, muy adaptada al medio y explotada en sistemas extensivos y semiextensivos. El núcleo más importante de la raza lo ostentan los ganaderos de Villaluenga del Rosario. Las explotaciones de Oveja Payoya o Merina de Grazalema son de carácter extensivo, pastorean todo el año en el campo, si bien en determinadas épocas desfavorables con escasez de pastos se les aporta alimento complementario. Por lo tanto su manejo es semiextensivo. La tasa de nacimientos es de 130 corderos por cada 100 partos (Rodríguez González, 2009).

La fabricación del reconocido queso de Grazalema, incluido en el Catálogo de Quesos Españoles, esta siendo impulsada en los últimos años. A este respecto, cabe señalar que está en trámite la Denominación de Origen Protegida (D.O.P.) de queso de oveja de la comarca de la Sierra de Cádiz, con producción láctea de esta raza. Esta producción de leche está estimada mediante el método Fleischman en 130.3 kgs. En 159 días, con porcentajes medios de grasa del 6.7 % y un alto porcentaje de proteína con medias de 6.8 %. También es muy importante la producción de corderos tipo pascual, acabado en cebadero, sacrificados con unos 20 – 25 Kg. de peso vivo, obtenidos a la edad de 70-80 días. El peso al nacimiento estimado en general oscila entre los 3 y los 4 Kg. y la ganancia media diaria se estima en 240 g. (Casas y col., 2005).

Hay que destacar como valor añadido de estos productos que la mayoría de estos corderos y parte de la producción láctea se explotan en Sistemas de Producción Ecológica. Sometidas a un régimen de explotación semi-extensivo, agrupadas en rebaños de unas 100 ovejas que salen a pastar bajo la custodia permanente del pastor (web: AMEGRA, 2013).

### 3.2.3.- MORFOTIPO

Los ovinos de raza Merina de Grazalema responden a las siguientes características morfológicas:

- **Cabeza:** de tamaño mediano y corta. *Frente* ancha y cubierta de lana. *Perfil fronto-nasal* recto o ligeramente subconvexo en las hembras, más pronunciada la convexidad en los machos. Ambos sexos pueden disponer de cuernos, aunque en las hembras son menos frecuentes y la selección tiende a la eliminación de este carácter. En los machos, cuando se presentan, adquieren gran desarrollo. Son de sección triangular y adoptan la forma de espiral. *Orejas* de pequeño tamaño, en posición horizontal. *Morro* ancho con labios gruesos.
- **Cuello:** fuerte y musculado. Su unión al tronco, a veces presenta el denominado “golpe de hacha”, favorecido por la cruz prominente que con alguna frecuencia dispone. Presenta pliegues longitudinales (papada), con formas pronunciadas en machos y en hembras.



Fotog. 3: Oveja Merina de Grazalema  
(Foto: AMEGRA)

- **Tronco:** profundo, con *costillares* arqueados. Cruz prominente. *Grupa* rectangular, ligeramente caída. Línea *dorso-lumbar* recta. Cola de nacimiento bajo.
- **Extremidades:** fuertes, de longitud media, con articulaciones destacadas. *Pezuñas* fuertes. En general dispone de buenos aplomos.
- **Mama:** de forma globosa, con pezones más bien pequeños, situados lateralmente. Se halla cubierta por una piel fina.

- **Testículos:** bien desarrollados, con la piel cubierta por lana.
- **Piel, pelo y mucosas:** *piel* fina y elástica, con tendencia a la formación de pliegues, principalmente a nivel del cuello. El *pelo* de cobertura fina y suave. Las *mucosas*, rosadas en los animales de capa blanca y pigmentada en los de capa oscura.
- **Vellón:** semicerrado, con mechass irregulares, alargadas, a veces en forma de “píncel”. Cubre el tronco, cuello, cabeza y testículos, y la mama hasta la primera lactación. En la cabeza invade la frente, la nuca y los carrillos.
- **Color:** la capa más corriente es la blanca. No obstante abundan los animales negros, marrones y berrendos. Son frecuentes los ejemplares que presentan vellón blanco y abundante pigmentación rubia en cabeza y extremidades.
- **Formato:** se trata de animales generalmente de buen desarrollo corporal. El peso, aunque variable según la zona de explotación y sistemas de manejo aplicado, se puede estimar entre 75 y 85kg en los carneros, y entre 40 y 50kg en las ovejas (Esteban Muñoz, 2003).



Fotog. 4: Oveja y corderos de la raza Merina de Grazalema  
(Foto: AMEGRA)

### 3.2.4.- CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DE LA RAZA

La oveja merina de Grazalema es una raza de gran rusticidad, capaz de soportar las bajas temperaturas y los húmedos inviernos de la zona. También es inmejorable su adaptación al ecosistema, aprovechando como ninguna otra raza los recursos de la zona como base de su alimentación, ayudando por tanto en la prevención de incendios y al mantenimiento del medioambiente de estos espacios protegidos andaluces (Esteban Muñoz, 2003).

Por otro lado es muy frecuente la integración de explotaciones de esta raza ovina con varias especies (caprino, vacuno, porcino...). Este factor, dentro del Parque natural de Grazalema, colabora en la obtención de una mayor biodiversidad y en contra de lo que se pueda pensar, no es contraproducente, ya que cada una de las especies puede aprovechar los pastos y otros recursos alimenticios disponibles en distintas épocas del año (web: AMEGRA, 2013).

Todas estas características le confieren la idoneidad para su integración en explotaciones de producción ecológica (mas de la mitad de explotaciones de Merina de Grazalema están reconocida como ecológicas) tanto en su zona de origen como en los distintos enclaves de sierra de Andalucía, que permiten la revalorización de sus productos (AMEGRA, 2013).

### 3.2.5.- LINEAS DE TRABAJO SOBRE ESTA RAZA

La asociación de la Asociación de Criadores de la Raza Ovina Merina de Grazalema, en colaboración con otras entidades, lleva a cabo distintas líneas de trabajos para fomentar la conservación y mejora de la raza ovina Merina de Grazalema podemos destacar las siguientes:

- Mantenimiento del libro Genealógico de la Raza Ovina Merina de Grazalema.
- Caracterización de la aptitud productiva de la raza ovina Merina de Grazalema. Tanto la caracterización de la aptitud frente a la producción cárnica como la caracterización de la aptitud frente a la producción lechera dándole mayor importancia a esta última por la relevancia de la producción quesera en esta raza (importante estudio de la aptitud tecnológica de la leche para la producción quesera).

- Mantenimiento del Plan de Mejora y Esquema de Selección Genética con la colaboración del grupo de investigación AGR-158 del Dep. de Genética de la UCO de la Raza Ovina Merina de Grazalema.
- Colaboración en el desarrollo de una Denominación de Origen de queso de oveja en la comarca de la Sierra de Grazalema con producción láctea de nuestra raza.
- Fomento de la raza con la participación en diferentes ferias de muestras de la zona donde se establece mayormente el censo de la Asociación.
- Participación en Programas de lucha y genotipado contra las E.E.T. que puedan afectar a las razas ovinas andaluzas.
- Desarrollo del Esquema de Conservación con la colaboración del grupo de investigación AGR-158 del Dep. de Genética de la UCO de la Merina de Grazalema por tratarse de una raza en peligro de extinción.

### 3.3.- LA LECHE

La leche destinada a la alimentación humana fue definida en 1909 por el Congreso Internacional de la Represión de Fraudes como: “El producto íntegro obtenido del ordeño total e ininterrumpido de una hembra lactante con buena salud, bien alimentada y no agotada. Debe recogerse con limpieza y no debe contener calostro” (Luquet F., 1991).

Esta primera definición coincide en gran medida con la establecida en el Código Alimentario Español (CAE), donde se define la leche como “el producto íntegro, no alterado, no adulterado y sin calostros, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras domésticas sanas y bien alimentadas” (CAE, 2012).

#### 3.3.1.- COMPOSICION DE LA LECHE

La leche es un líquido blanco, opaco, dos veces más denso que el agua, de sabor ligeramente azucarado y de olor poco acentuado (Serrano, 1999).

Este líquido se puede describir como un sistema polidisperso, en el que la grasa se encuentra, en la leche recién ordeñada, emulsionada en forma de gotitas rodeadas de una membrana (alrededor de  $5-10 \times 10^9$  gotitas/ml de leche, con un diámetro de entre 0.1 y 10  $\mu\text{m}$ ); las proteínas se encuentran en la leche bien dispersas y formando un coloide en forma de micelas (alrededor de  $10^{14}$  micelas/ml de leche) con diámetros entre 0.02 y 0.6  $\mu\text{m}$ , o bien en forma de proteínas disueltas en la disolución acuosa homogénea del resto de la leche; y la lactosa, el carbohidrato principal de la leche, se encuentra disuelto (Schlimme E., 2002).

### 3.3.2.- CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS. DIFERENCIAS ENTRE ESPECIES.

La tabla 4 resumen los valores medios de las principales características físico-químicas de la leche de cabra, oveja y vaca.

Tabla 4: Promedio de la composición básica de nutrientes de la leche.

Composición	Cabra	Oveja	Vaca
Grasa (%)	3.8	7.9	3.6
Sólidos no grasos (%)	8.9	12.0	9.0
Lactosa (%)	4.1	4.9	4.7
Proteínas (%)	3.4	6.2	3.2
Caseínas (%)	2.4	4.2	2.6
Albúmina, globulina (%)	0.6	1.0	0.6
N <sub>2</sub> no proteico (%)	0.4	0.8	0.2
Cenizas (%)	0.8	0.9	0.7
Calorías/100 ml	70	105	69

Fuente: Posati y Orr (1976), Jenness (1980), Larson y Smith (1974), Haenlein y Caccese (1984), Anifantakis y cols. (1980).

La leche de oveja tiene mayor cantidad de sólidos totales y mayor cantidad de nutrientes principales que la leche de cabra y de vaca (Tabla 4).

La densidad de la leche de oveja es mayor a la de leche de vaca y cabra. A su vez, la leche de oveja tiene una mayor viscosidad y acidez que la de vaca y cabra, pero un índice de refracción y conductividad más bajo que el de la leche de vaca y cabra (Parkash y Jenness, 1968 y Haenlein y Wendorff, 2006) (tabla 5). La tensión superficial de la leche de oveja se encuentra dentro de la gama de leche de vaca y es algo más baja que la de cabra (Juárez y Ramos, 1986) (tabla 5).

Tabla 5: Propiedades físicas de la leche de cabra, oveja, y vaca.

Propiedades	Leche de Cabra <sup>a</sup>	Leche de Oveja <sup>b</sup>	Leche de vaca <sup>c</sup>
<b>Densidad</b>	1.029–1.039	1.0347–1.0384	1.0231–1.0398
<b>Viscosidad</b>	2.12	2.86–3.93	2.0
<b>Tensión superficial (Dynes/cm)</b>	52.0	44.94–48.70	42.3–52.1
<b>Conductividad (<math>\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}</math>)</b>	0.0043–0.0139	0.0038	0.0040–0.0055
<b>Índice de Refracción</b>	1.450 ± 0.39	1.3492–1.3497	1.451 ± 0.35
<b>Punto Crioscópico (-°C)</b>	0.540–0.573	0.570	0.530–0.570
<b>Acidez (ácido láctico %)</b>	0.14–0.23	0.22–0.25	0.15–0.18
<b>pH</b>	6.50–6.80	6.51–6.85	6.65–6.71

Fuente:

<sup>a</sup> Juárez y Ramos (1986).

<sup>b</sup> Kurkdjian y Gabrielian (1962), Haenlein y Wendorff (2006).

<sup>c</sup> Jenness y cols. (1974).

Tabla 6: Comparación de las características físico-químicas de los lípidos y las estructuras de las micelas de la leche de cabra, oveja y vaca.

Valores Físico-Químicos <sup>c</sup>	Leche de Cabra <sup>a</sup>	Leche de Oveja <sup>b</sup>	Leche de vaca <sup>a</sup>
<b>Materia Grasa</b>			
<b>Insaponificable (%)</b>	0.41 ± 0.02	n.d.	0.41 ± 0.02
<b>Índice de acidez</b>	0.47 ± 0.02	0.22–0.25	0.48 ± 0.05
<b>Índice de Iodo</b>	19–20	20–35	27.09 ± 1.26
<b>Saponificación</b>	228.6 ± 5.24	230–245	232.3 ± 7.61
<b>Diámetro del glóbulo graso (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	3.49	3.30	4.55

Fuente:

<sup>a</sup> Park (2006).

<sup>b</sup> Anifantakis (1986).

<sup>c</sup> Anjaneyulu y cols. (1985).

n.d. = no disponible.



Tabla 7: Comparación de las estructuras de las micelas de la leche de cabra, oveja y vaca.

Estructura de las Micelas <sup>c</sup>	Leche de Cabra <sup>a</sup>	Leche de Oveja <sup>b</sup>	Leche de vaca <sup>a</sup>
Caseína no centrifugada (%total de caseína)	8.7	n.d.	5.7
Diámetro promedio (nm)	260	193	180
Hidratación de la micela (g/g MS)	1.77	n.d.	1.9
Mineralización de micela (g/Ca/100 caseína)	3.6	3.7	2.9

Fuente:

<sup>a</sup> Park (2006).

<sup>b</sup> Anifantakis (1986).

<sup>c</sup> Remeuf y Lenoir (1986)

n.d. = no disponible.

La leche de oveja va a tener un menor diámetro del glóbulo graso que la leche de cabra y vaca, y unos valores de saponificación intermedios (tabla 6).

Remeuf y Lenoir (1986) informaron que las proporciones relativas de los principales componentes de la caseína de la leche de oveja son muy diferentes a los de la leche de vaca y de cabra (tabla 7).

### 3.3.2.1.- HIDRATOS DE CARBONO DE LA LECHE

La lactosa es, con alrededor de un 4.9% en leche de oveja, el hidrato de carbono principal, siendo el constituyente minoritario del extracto seco. Ramos y Juarez (2003) señalan que la lactosa representa en leche de oveja entre el 22 al 27% del extracto seco total, inferior que en leche de vaca (33-40%), aunque estos valores se consideran suficientes para asegurar las fermentaciones lácticas en la elaboración de queso.

El contenido de lactosa varía mucho entre especies; presenta variaciones según el estado de lactación, siendo más bajo al principio y final de la lactación, manteniendo

una tendencia inversa a los contenidos en grasa y proteína (Pulina y Bencini, 2004; Haenlein y Wendorff, 2006).

La importancia de la lactosa reside en su contribución en el mantenimiento del equilibrio osmótico de la ubre sana, que se establece entre el torrente sanguíneo y las células alveolares (Larson y Smith, 1974). De este modo la síntesis de la leche se encuentra condicionada por el contenido en lactosa, dependiendo de esta el mantenimiento de la osmolaridad de la leche, determinando la cantidad de agua y de iones así como el volumen de leche secretada (Pulina y Bencini, 2004).

También existen otros glúcidos, de forma minoritaria, como son la glucosa, la galactosa, así como una serie de oligosacáridos y derivados de los azúcares; además, los hidratos de carbono se encuentran también unidos a las proteínas en las glicoproteínas de la leche (Schlimme, 2002).

### 3.3.2.2.- MATERIAS GRASAS DE LA LECHE.

La cantidad de materia grasa contenida en la leche se indica frecuentemente con el término de “tasa butírica” (TB). Con este término se sobrentiende el conjunto de sustancias lipídicas que, por hidrólisis de sus ésteres, dan lugar a sus ácidos grasos (Garzón, 1996).

La cantidad de grasa de la leche varía mucho en función de la especie siendo, para el ganado ovino, de 7.9% mientras que presenta un porcentaje muy inferior para el ganado vacuno (3.6%) y caprino (3.8%) (tabla 8).

Dicha variación se manifiesta también entre razas (tabla 6). Sin embargo, los factores que más influyen en la variación de la tasa butírica son las condiciones generales del ganado (etapa de lactación, alimentación, manejo de ordeño, etc.) (Goursaud, 1991).

La materia grasa se encuentra en forma de emulsión de glóbulos grasos de 1 a 8 $\mu$  de diámetro; la cantidad de materia grasa o tasa de ácido butírico varía mucho según las condiciones zootécnicas; está constituida por un 98.5% de triglicéridos (ésteres de ácidos grasos y glicerol), 1% de fosfolípidos polares y 0.5% de sustancias liposolubles: colesterol, hidrocarburos y vitaminas A, D, E y K (Luquet, 1991).

Algunos estudios han encontrado que el tamaño promedio del glóbulo de grasa es menor en la leche de oveja, seguido de la leche de cabra (65% de glóbulos menores de 3  $\mu$ m) (Mens, 1985). Esto es ventajoso para una mayor digestibilidad y una mayor

eficiencia en el metabolismo lipídico en comparación con la grasa de la leche de vaca (Park, 1994).

*Tabla 8: Porcentajes de grasa, proteínas y extracto seco de diferentes especies ovinas.*

RAZA	AUTOR	GRASA	PROTEINA	E. SECO
CHURRA	Vijil y col., 1986	5.1	5.1	14.5
LACHA	María y col., 1991 <sup>1</sup>	5.76	5.21	
MANCHEGA	Molina, 1987	7.2	5.9	18.5
	Huidobro y col., 1991 <sup>1</sup>	6.1		
	Caja y col., 1992 <sup>1</sup>	7.9	5.6	
	Pérez y col., 1992 <sup>1</sup>	7.2	6.5	
	Molina y Piredda, 1993	6.8	6.3	
	Pardo y col., 1995 <sup>1</sup>	7.31	5.38	18.44
	Garzón, 1996	8.18	5.83	19.43
	Rodríguez y col., 2006	8.12	6.18	
MERINA	González y col., 1991	8.6	7.0	20.6
	López, 1996	9.11	8	26
	González y col., 1997	7.66	6.41	18.58
	Roa y col., 1997	8.35	6.38	18.9
	Serrano, 1999	6.54	5.83	18.99
	Andrés y col., 2007	8.16	6.19	
	Caio y col., 2007	7.04-7.65	6.14-6.41	11.48-11.74

1- Citados por Bencini y Pulina, 1997

Fuente: Elaboración propia.

La estructura y composición de la membrana del glóbulo graso es similar en las tres especies (vaca, cabra y oveja) y representa aproximadamente el 1% del volumen total de materias grasas de la leche (Scolozzi y cols., 2003).

Uno de los aspectos más importantes de la leche de oveja radica en su contenido en diferentes lípidos y ácidos grasos que tienen interés en las propiedades nutricionales, sensoriales y tecnológicas del queso (Ha y Lindsay, 1993; Piredda y Pirisi, 2005; Park y cols., 2007). La grasa de la leche está compuesta en un 98% por triglicéridos, formados a partir de un buen número de ácidos grasos, y por otros componentes minoritarios: fosfolípidos, lípidos simples y compuestos liposolubles (Haenlein y Wendorff, 2006). Es importante resaltar el alto contenido de la leche de pequeños rumiantes en ácidos grasos de cadena media, como caproico, caprílico,

cáprico (Alonso y cols., 1999; Goudjil y cols., 2004; Sanz Sampelayo, 2007), que siguen una ruta metabólica distinta a la de los triglicéridos formados a partir de ácidos grasos de cadena larga, de interés desde el punto de vista terapéutico por su aplicación en ciertas enfermedades metabólicas (Haenlein, 2001).

El perfil de ácidos grasos varía en función del tipo de forraje (Addis y cols., 2005a), demostrando que la variedad de los pastos de la zona mediterránea, contribuyen de forma importante en las características nutricionales de leche y queso. Uno de los ácidos grasos de relevancia por su contenido en leche de oveja ligada a sistemas semiextensivos es el ácido linoleico conjugado, de efectos beneficiosos para la salud humana (McGuire y McGuire, 2000), en particular por sus propiedades anticancerígenas. Su contenido depende de la naturaleza de la alimentación del animal, del ratio forraje/concentrado y del contenido en nitrógeno. Nudda y cols. (2003) describen una mayor concentración de ácido linoleico en las épocas del año más ligadas al pastoreo.

### 3.3.2.3.- MATERIAS NITROGENADAS

En el mundo de la química láctea se considera proteína láctea a la suma de todas las moléculas nitrogenadas que se determinan mediante el método de Kjeldahl. El nitrógeno no proteico (NNP) engloba al contenido de aquellos componentes de la leche que permanecen en disolución tras la precipitación de las proteínas lácteas (caseínas, proteínas del suero, proteosa-peptona) con ácido tricloroacético al 12% (Schlimme E., 2002).

En general, la leche de oveja presenta dos tipos de constituyentes nitrogenados: las proteínas y las sustancias no proteicas, que representan el 95% y 5% del nitrógeno de la leche respectivamente. Ambas fracciones no son comparables ni cualitativa ni cuantitativamente.

Las proteínas de la leche se componen de caseínas, proteínas del suero y algunas proteínas que afluyen directamente desde la sangre, principalmente seroalbúmina e inmunoglobulinas.

Las proteínas del suero representan en la leche de oveja del 17-22% del total de las proteínas, y se presentan en fase soluble, siendo las más representativas la  $\alpha$ -lactoalbúmina y la  $\beta$ -lactoglobulina (Park y cols., 2007).

Las caseínas constituyen entre el 76-83% de las proteínas totales (Park y cols., 2007) en forma de micelas en suspensión que, debido a sus propiedades físico-

químicas, precipitan a pH = 4,6 a una temperatura de 20°C. Se han descrito diversas fracciones de caseína ( $\alpha_1$ -caseína,  $\alpha_2$ -caseína,  $\beta$ -caseína y  $\kappa$ -caseína), cuyas características tienen un importante componente genético (Piredda y Pirisi, 2005; Scintu y Piredda, 2007).

En ovino, los estudios sobre el polimorfismo genético de las proteínas lácteas han identificado cinco variantes de la  $\alpha_1$ -caseína (A-E). Esta es la más heterogénea de ellas y la que más influye sobre el contenido de caseína, sobre el diámetro de las micelas y sobre las propiedades de coagulación (Chianese y cols., 1996), cuyas características han sido estudiadas en raza Manchega por Garzón (1996) y en Merina por Serrano (1999). También se han descrito tres variantes (A-C) para  $\alpha_2$ -caseína y para la  $\beta$ -caseína (Chianese y cols., 1993, 1995).

Las  $\gamma$ -caseína es un producto de la degradación de la caseína  $\beta$ . Esta caseína se hidroliza por acción enzimática de la plasmina presente en la leche; y su cantidad puede variar ampliamente dependiendo de la frescura de la leche y de su temperatura de conservación. Las partes que se separan de la molécula constituyen la fracción mayoritaria de las proteasas-peptonas (Walstra y col., 2001).

Aunque no existen estudios sobre las implicaciones de las caseínas sobre las características sensoriales del queso, se considera necesario el mantenimiento de una diversidad genética como elemento diferencial de la leche en la fabricación de quesos con distintivos de calidad (Scintu y Piredda, 2007).

Una cuestión de gran importancia en relación con el contenido en caseína es la determinación de sus diferentes fracciones, ya que tanto la  $\beta$ -caseína como la  $\kappa$ -caseína, pueden hacer disminuir el rendimiento quesero al perderse en el lactosuero durante el proceso de coagulación (Molina, 1987).

Las inmunoglobulinas, la seroalbúmina del suero, la lactoferrina o los productos de degradación de las caseínas por la acción de la plasmina, entre otras, se encuentran en concentraciones más pequeñas.

Es muy importante la relación entre caseínas y proteínas del suero lácteo, que condiciona la calidad tecnológica de la leche, y que podría verse alterada en el caso de infecciones intramamarias (IMI), presencia de calostro, etc., lo cual determinaría un aumento de proteína total debido al incremento de las proteínas del suero (Arias, 2009).

Como conclusión, se puede afirmar, que la leche de oveja tiene un contenido en proteínas totales de unos 55g/Kg. leche, que representa casi el doble respecto a la

de vaca y cabra, indicando así la superior aptitud quesera de la leche de oveja (Serrano, 1999).

### 3.4.- CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA DE LA LECHE

#### 3.4.1.- MAMITIS.

Una mamitis o mastitis consiste en la inflamación del tejido mamario debido a cambios fisiológicos, metabólicos, traumas, alergias y sobre todo a infecciones causadas por microorganismos (Albenzio y cols., 2002).

Las infecciones intramamarias (IMI) son la causa más importante en el aumento del RCS (Paape y cols., 2007; Palacios, 2008). Estas infecciones van a provocar un flujo de leucocitos a la mama con el objeto de combatir los efectos patogénicos del agente invasor (Marco y cols., 1992), de modo que estos se transfieren de la sangre a la leche (Kehrli y Schuster, 1994).

La mamitis es una de las enfermedades más costosas de la industria láctea ya que produce importantes pérdidas económicas que están causadas principalmente por un descenso en el rendimiento lechero, cambios en la composición y la calidad de la leche y del queso, y el costo de los tratamientos veterinarios (Dekkers, 1995; Pellegrini y cols., 1994, 1997; Serrano y cols., 2003).

La mamitis se puede clasificar en:

- Mamitis clínica: la infección es evidente por la inflamación de la mama y/o la presencia de coágulos en la leche (Early, 1998).
- Mamitis subclínica: la ubre y la leche son aparentemente normales y no muestran síntomas de la enfermedad, a pesar de existir infección (Early, 1998).

La mamitis subclínica tiene una incidencia muy superior a la de la mamitis clínica, y será responsable de importantes pérdidas económicas, siendo un factor limitante en la rentabilidad de las explotaciones, debido principalmente a la disminución de la producción de leche y de su calidad, lo que además repercute de forma negativa en el crecimiento de los corderos (Fthenakis y Jones, 1990; Keisler y cols., 1992; Saratsis y cols., 1999).

### 3.4.2.- CÉLULAS SOMÁTICAS

La entrada de bacterias en la glándula mamaria de la oveja produce una respuesta inmunitaria del organismo para neutralizarlas, que consiste en el envío de glóbulos blancos desde el torrente sanguíneo a esta glándula. Dichos glóbulos blancos son, en esencia, lo que se conoce por células somáticas (Palacios, 2008).

Estas bacterias pueden multiplicarse dentro de la glándula mamaria dando lugar a la formación de sustancias que son reconocidas por los macrófagos, que como respuesta a la infección secretan moléculas que atraen a los glóbulos blancos que circulan en la sangre (leucocitos neutrófilos polimorfo nucleares). De esta manera los leucocitos neutrófilos polimorfo nucleares (LNP) son atraídos a las zonas afectadas para intentar eliminar los organismos patógenos, lo que estimula la reacción inflamatoria de las mismas. Como consecuencia de este proceso, la leche almacenada en los alveolos entra en contacto con los LNP y a su vez son retenidas células sanguíneas como linfocitos, plaquetas y eosinófilos. (Palacios, 2008).

El recuento de células somáticas (RCS) es uno de los principales parámetros utilizados desde hace años a nivel mundial para determinar la calidad higiénico-sanitaria de la leche de oveja y el precio de la misma (Haenlein, 2001; Kalantzopoulos y cols., 2004; Raynal-Ljutovac y cols., 2007) y consiste en una medida de los glóbulos blancos en la leche. Este se va a utilizar de forma rutinaria como indicador del estado sanitario de un animal (si el recuento se hace de forma individual) o de todo un rebaño (si el recuento se realiza en el tanque de almacenamiento) (Romeo y cols., 1998; Bergonier y cols., 2003).

Berthelot y cols. (2006) afirman que los RCS individuales son un buen instrumento para la detección de mamitis subclínicas en ovejas de leche. Para ello, recomienda evaluar varios RCS individuales en función de la fase de lactación y distinguir dos umbrales de recuento celular para distinguir tres clases de estatus infectivo de las ovejas: “sanas”, “dudosas” (o infectadas esporádicamente) e “infectadas” (o con infección persistente).

Distintos autores han sugerido diferentes límites máximos de RCS para considerar sana una ubre de oveja:

- 250.000 células/ml (De la Cruz y col., 1994; Heredia e Iturritza, 1998; Menzies, 2000; Pengov; 2001; Romeo y col. 1993)
- 300.000 células/ml (Fruganti y col., 1985)
- 500.000 células/ml (Travnicek y col. 1978; Vitkov y Vitanov; 1980; Palacios, 2008).



- 750.000 células/ml (Pulina y cols. 2005),
- 1.000.000 células/ml (El-Masannat, 1987; Fthenakis y col., 1991; Fthenakis, 1996; Green, 1984; Mackie y Rodgers, 1986; Stefanakis y col., 1995)
- 1.200.000 células/ml (Berthelot y col., 2006)
- 1.500.000 células/ml (Maisi y col., 1987; Mavrogenis y col. 1995)

El RCS presentan inconvenientes si se utiliza como un único valor puntual para discriminar ubres enfermas o sanas, sobre todo en la fase precedente al secado, cuando su incremento resulta de tal entidad que limita considerablemente la validez de este parámetro para la discriminación de ubres sanas e infectadas (Marco, 1994; Ledda y Santis, 2000).

Este problema se ha solventado utilizando como norma varios RCS tomados a lo largo de la lactación, y con ello poder distinguir las ubres sanas o infectadas, lo que permite además tener en cuenta los factores de variación no infecciosos del recuento y la dinámica de la infección mamaria (Arias 2009).

Debido a que el RCS no presenta una distribución normal, la transformación logarítmica del score lineal de células somáticas homogeniza las varianzas. La presentación de los datos en una escala numérica simple permite entenderlos con más facilidad, además relaciona directamente las pérdidas en la producción lechera ocasionadas por mastitis con el score lineal (Zully y cols., 2010).

A parte de la aspecto sanitario, el nivel de células somáticas en la leche será importante de controlar por la influencia que ejerce sobre la composición láctea, el pH y sobre las características de coagulación (Pirirsi, 1994).

### 3.5.- APTITUD QUESERA DE LA LECHE

La calidad de la leche para quesería puede basarse en su aptitud para dar un buen queso, en las condiciones normales de trabajo, y con un rendimiento satisfactorio. Ello depende de algunas de sus características: composición química (especialmente su riqueza en caseína), carga microbiana y naturaleza de la microflora, así como la aptitud para el desarrollo de bacterias lácticas y el comportamiento frente al cuajo (Brule y Lenoir, 1990).

Las leches pueden presentar aptitudes distintas para formar, por acción del cuajo, un gel de características reológicas tales que podrá, sin pérdidas importantes, resistir las acciones mecánicas del desuerado. Algunas leches coagulan lentamente, dando lugar a geles blandos que tienden a fragmentarse en forma de fino polvo y dan después del desuerado cuajadas con alto nivel de humedad cuya maduración será difícil de controlar; otras, por el contrario, coagulan rápidamente, el gel formado es duro, se desuera generalmente bien y la cuajada presenta una textura y humedad adecuadas, permitiendo obtener después del proceso de maduración un queso de buena calidad (Serrano, 1999).

El proceso de coagulación de la leche para la elaboración del queso, se debe a modificaciones físico-químicas de las micelas de caseína que dan lugar a un entramado proteico denominado coágulo o cuajada. Dicha coagulación se puede lograr por acidificación o por adición de enzimas coagulantes, que pueden ser de origen animal o vegetal (Lurueña, 2010).

Aunque en la práctica las características del coágulo y el rendimiento quesero están íntimamente relacionados se ha creído más oportuno el observar separadamente estos parámetros, utilizados normalmente para expresar la aptitud quesera de la leche (López Gálvez, 1993).

Los criterios de control habitualmente utilizados para definir las características del coágulo son: el tiempo, la velocidad de coagulación, y la dureza del cuajo. Estos parámetros van a estar influenciados por otros factores como la composición lechera, el pH y el RCS (Jaramillo, 2008).

El rendimiento quesero o el rendimiento de la transformación de leche en queso es la expresión matemática de la cantidad de queso obtenida a partir de una determinada cantidad de leche (generalmente 100 l ó 100 Kg) (Vandeweghe, 1990), aunque, según Pirisi (1994), el rendimiento quesero generalmente se expresa en kilos de queso por 100 litros de leche. El rendimiento quesero se ve afectado por una gran

cantidad de variables, aunque principalmente por la composición química de la leche de partida y más concretamente por la concentración de proteínas y, en menor medida, por el contenido graso (Barrón y col., 2001; Pulina y col., 2006; Jaramillo y col., 2008). Otro de los factores que influyen sobre el rendimiento quesero es el RCS, debido fundamentalmente a que su incremento altera la composición química de la leche (Saratsis y col., 1999). En general, altos RCS reducen notablemente el rendimiento quesero, debido a que aumentan la humedad y reducen la cantidad de caseína en la cuajada (Pulina y col., 2006).

### 3.6.- PRODUCCIÓN QUESERA.

Según el CAE, el queso es el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido de la separación del serum después de la coagulación de la leche natural por la acción del cuajo u otro coagulante.

El queso presenta las siguientes características nutricionales (CAE)

- Presenta un alto valor nutritivo, principalmente por su elevado contenido en proteínas, calcio y vitaminas A y D.
- El contenido de hidratos de carbono es muy escaso, y disminuye a medida que aumenta la maduración del queso.
- El contenido de grasas, varía según el tipo y grado de curación del queso.
- Los quesos no fermentados, como el queso de Burgos y el requesón presentan mejor digestibilidad y menor contenido de grasas saturadas, menos calorías y colesterol.
- Los quesos de mayor curación, como el manchego, el gruyere, el emmental y el parmesano presentan menor contenido de agua y mayor concentración de nutrientes, grasas, calorías, colesterol y sodio

El sector quesero español, alcanzó una producción nacional en 2011 de 367.000 toneladas, lo que equivale a un incremento del 27% en los últimos 10 años. Este crecimiento espectacular de la producción española resulta significativo si se compara con el resto de países de la Unión Europea, cuya producción y consumo se mantiene más bien estancada (web: Mercasa, 2012).

En España existen más de 100 variedades tradicionales de quesos de vaca, oveja, cabra y mezcla, de los cuales 25 están amparados por la figura de Denominación de Origen Protegida (D.O.P.). Entre ellos, solamente cuatro son de pasta prensada de oveja: Manchego, Idiazabal, Roncal y Zamorano (MAPA, 2009).

La Denominación de Origen Protegida (D.O.P.) es la figura más importante que se utiliza en España para el reconocimiento y la protección de la calidad superior de un alimento que goza de características propias y diferenciales. La D.O.P. especifica la zona geográfica, la materia prima y la forma de elaboración de dicho producto, describe las características que debe tener y vela por el cumplimiento de todo ello (Lurueña, 2010).

En la actualidad, la explotación de la raza Merina de Grazalema se orienta hacia la producción lechera para la fabricación del reconocido queso de Grazalema, incluido en el Catálogo de Quesos Españoles, y a la producción de corderos ligeros como complemento a la economía, fundamentalmente lechera, de las explotaciones. Esta reconversión hacia la producción quesera ha supuesto una revitalización de las explotaciones y está ayudando a mejorar la situación de la raza. A este respecto, cabe señalar que está en trámite la Denominación de Origen Protegida (D.O.P.) de queso de oveja de la comarca de la Sierra de Grazalema, con producción láctea de esta raza (web: FEAGAS, 2013).

Para la producción de queso, el proceso por el que pasa la leche se desarrolla a lo largo de varias etapas que normalmente son: acidificación de la leche, cuajado, desuerado, prensado, salado y maduración. Las propiedades de la leche de partida influyen directamente sobre todas ellas, de modo que la composición físico-química (pH, concentración de cationes divalentes calcio y magnesio y de aniones fosfato y citrato, concentración de grasa y proteínas, etc.) y todos los factores que influyen sobre ella (especie, raza, periodo de lactación, estación del año, calidad microbiológica, recuento de células somáticas, etc.) han de ser tenidos muy en cuenta (Lurueña, 2010).

### 3.7.- FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN, A LA COMPOSICIÓN Y A LOS PARÁMETROS TECNOLÓGICOS DE LA LECHE.

#### 3.7.1.- GANADERÍA:

Las diferencias de producción y composición de la leche entre explotaciones de una misma raza pueden llegar a ser considerables, debido a factores sanitarios, ambientales, de alimentación y manejo, así como al nivel genético de los animales. Gonzalo y cols. (1994); Serrano (1999); y Othmane y col. (2002b, c).

Gonzalo y col. (1994), Serrano (1999), y Othmane y col. (2002b, c) observaron que el rebaño es un factor que afecta significativamente a la producción de leche.

Para el pH se encuentran resultados contradictorios. Garzón (1996) y Serrano (1999) señalaron que el pH sería diferente entre las distintas ganaderías. Sin embargo Matutinovic (2011) no observó diferencias significativas entre rebaños.

La composición lechera también será diferente entre ganaderías. Diferentes autores han mostrado que tanto el porcentaje proteico como el porcentaje graso varían entre rebaños (Gonzalo y col., 1994; Serrano, 1999; Othmane y col., 2002b, c; Acero y col., 2003; y Matutinovic, 2011). Sin embargo, para las caseínas, Serrano (1999) y Matutinovic (2011) no encontraron variación entre ganaderías.

Tanto lactosa y como el extracto seco, al igual que las proteínas y la grasa, presentarán diferencias entre ganaderías (Serrano, 1999 y Matutinovic, 2011).

Serrano (1999), encontró para todos los parámetros de aptitud tecnológica ( $r$ ,  $k_{20}$ ,  $A_{30}$ ,  $A_{60}$ , y rendimiento de la cuajada) diferencias altamente significativas entre rebaños. Abilleira (2010) también observó estas diferencias significativas, pero estas las relacionaba con los diferentes tipos de alimentación existente entre rebaños o a la estabulación o el pastoreo de estos.

En resumen se puede decir, que la ganadería ejerce una influencia importante en los diferentes parámetros lecheros, por lo que sería importante controlar los factores individuales (alimentación, manejo, estado sanitario, etc.) de cada una de ellas para obtener productos de mayor calidad. Para Arias (2009), la ganadería es el factor que más influye en la variación de la calidad higiénico-sanitaria de la leche.

### 3.7.2.- Nº DE LACTACIÓN:

El nº de lactación influye de forma notable en la producción de leche, especialmente durante los primeros años de vida del animal en las diferentes razas ovinas, produciéndose un fuerte aumento de producción entre la 1ª y 2ª lactación, presentándose una estabilización e incluso un descenso a partir de la tercera o cuarta lactación (Gallego y col., 1994; Garzón 1996; Othmane y col., 2002 b, c; Arias 2009).

Según Izquierdo (2004), la producción lechera en oveja Merina desciende progresivamente a partir del 6 año de vida. Para Serrano (1999), esta producción sigue un diente de sierra hasta la 4ª lactación, momento en el cual se alcanzan los valores máximos, y a continuación se produce un descenso brusco (en la 5ª lactación) para recuperarse en la 6ª y descender paulatinamente hasta la 8ª lactación. Sin embargo, Bencini (2001) trabajando con Merino australiano, no encontró diferencias en la producción total de leche.

Para el pH, Jaramillo (2007), mostró que este parámetro no va a estar influenciado significativamente por el nº de lactación. Sin embargo, Garzón (1996) y Serrano (1999), observaron una diferencia significativa entre lactaciones, donde el pH disminuye hasta la 3ª lactación y posteriormente se irá incrementando paulatinamente en sucesivas lactaciones.

Respecto a los parámetros físico-químicos, algunos autores como De la Fuente y cols. (1997), Fuertes y cols., (1998), Bencini (2001), Sevi y cols., (2000), Othmane y cols. (2002a), Nudda y cols., (2003), Izquierdo (2004), Jaramillo (2008) y Arias (2009) muestran una relación entre la edad del animal o el número de parto sobre grasa y proteína; Casoli y col., (1989); Pugliese y col., (2000) y Jaramillo (2008) observaron que el porcentaje graso y proteico fue mayor en la leche proveniente de ovejas con dos o más lactaciones. Sin embargo, para María y Gabina (1993), Garzón (1996) y Serrano (1999), no existen diferencias significativas para el porcentaje graso pero si para las proteínas.

Las caseínas también serán influenciadas por el nº de lactación. Martínez (1993) observó una gran variabilidad de concentración caseínica entre lactaciones, siendo la 2ª lactación la que presentaba una mayor cifra y la 4ª la que menos. Serrano (1999), mostró que la concentración de caseínas aumenta conforme avanzan las lactaciones, siendo la 8ª lactación la que presentaba mayor porcentaje.

Para el porcentaje en lactosa no se ha encontrado una diferencia significativa entre lactaciones, aunque su cifra aumenta progresivamente hasta la 4ª lactación, disminuyendo posteriormente su concentración en sucesivas lactaciones (Casoli y col.,

1989; Pulina y col., 1990; Peeters y cols., 1992; Serrano, 1999 y Pugliese y col., 2000). Sin embargo, Izquierdo (2004), si encontró diferencias entre lactaciones, encontrándose una cifra más alta para la lactosa entre el 3<sup>er</sup> y 4<sup>o</sup> año de vida.

Varios autores (Bencini y Purvis, 1990; Garzón, 1996; Fuertes y cols., 1998; y Serrano, 1999), muestran que el extracto seco aumenta de forma significativa con el nº de lactación y alcanza su máximo en la lactación 6<sup>a</sup>. Resultados similares han sido observados por Arias (2009).

A pesar de los cambios en composición, Jaramillo (2008) observó que las propiedades de coagulación no fueron afectadas significativamente por el número de partos. Estos resultados son similares a los descritos por Pellegrini y col. (1997) en leche de oveja Lacaune, mientras que discrepa de otros estudios realizados con leche de vaca en los que se observó un efecto negativo del número de lactaciones sobre las propiedades de coagulación (Tyrisevä y col., 2003).

Para leche de oveja, varios autores mostraron que los parámetros tecnológicos estaban influenciados por nº de lactación, así, Serrano (1999) observó que tanto  $r$  como  $K_{20}$  presentaban diferencias significativas entre distintas lactaciones ( $p < 0.05$ ); este autor afirmaba que en la 2<sup>a</sup> lactación es donde se encuentran menores tiempos para  $r$  y  $k_{20}$ ; y los valores más altos corresponderían a la 8<sup>a</sup> lactación

Para  $A_{30}$  y  $A_{60}$ , Garzón (1996) y Serrano (1999), observaron que los valores más elevados correspondían a la lactación 2<sup>a</sup>, y a su vez, en esta lactación, se obtienen valores más bajos para  $r$  y  $K_{20}$ ; con lo cual, la lactación 2<sup>a</sup> presenta unos índices tecnológicos más favorables para la elaboración de quesos.

Para el rendimiento de la cuajada, Jaramillo (2008) independientemente de la raza, el rendimiento quesero fue mayor en la leche proveniente de ovejas con dos o más lactaciones, lo cual concuerda con lo observado por otros autores (Casoli y col., 1989; Garzón 1996; Pugliese y col., 2000). Sin embargo, para Serrano (1999), el rendimiento de la cuajada no presenta diferencias significativas entre ellas.



### 3.7.3.- RCS:

El recuento de células somáticas va a tener una influencia importante sobre la producción lechera. La reducción de esta producción en pequeños rumiantes con infecciones intramamarias ha sido estudiada por diversos autores (McCarthy y cols., 1998; Romeo y cols., 1991; Fthenakis y Jones, 1990; Marco, 1994; Sordillo y cols., 1997; Saratsis y cols., 1999; Martí, 2005), y parece que las ovejas son más vulnerables que las cabras a las pérdidas de producción de leche debidas a mamitis subclínicas (Silakinove y cols., 2006).

Leitner y cols. (2003), indican que la infección subclínica en ambas mamas reduce significativamente la producción de leche, aunque cuando solo se infecta una mitad, la otra compensará produciendo más leche, siendo la pérdida global moderada. Cuando se instaura una infección intramamaria, se produce una degradación de las caseínas por la activación de la plasmina, principal enzima proteolítica de la leche (Leitner y cols., 2004). Los productos de la degradación de las proteínas contienen péptidos activos que provocan una caída del proceso de secreción y producción de leche (Silanikove y cols., 2006).

Aunque hay pocos estudios sobre este tema en pequeños rumiantes, en ellos se ha confirmado la relación entre el RCS y la disminución en la producción de leche. Entre ellos encontramos el estudio realizado por Mavrogenis y cols. (1995), en oveja Chios, el cual muestra una disminución de 18 g diarios en la producción de leche cuando el recuento celular aumentaba 500.000 cel./ml, siendo negativo el coeficiente de correlación ( $r=-0,33$ ) entre la media del recuento celular y el promedio de producción de leche diaria, en los catorce controles semanales efectuados.

Otros estudios en oveja Churra citan una disminución de la producción lechera en relación con un aumento del RCS (Gonzalo y cols., 1994, 2002; Othmane y cols., 2002 a). En oveja Lacaune se observa una correlación negativa entre la producción de leche y el RCS (Pellegrini y cols., 1997). En oveja Sarda (Nudda y cols., 2003) y Comisana (Albenzio y cols., 2004), se describe una disminución significativa de leche en los animales con  $RCS > 1.000.000$  cel./ml, del 9% y 47%, respectivamente en las citadas razas. También, Leitner y cols. (2003), estudiando el efecto del incremento de las infecciones intramamarias en las ovejas Assaf y Awassi, informaron de la existencia de unas producciones de leche significativamente menores en ovejas infectadas.

En oveja Manchega, se ha señalado una pérdida del potencial productivo entre el 15-20%, en los casos de infecciones intramamarias subclínicas con recuentos celulares del orden de  $3.500 \times 10^3$  cel./ml (Peris y cols., 1996). También en esta raza, Arias (2009) señala que existe una mayor producción de leche en los animales con

RCS<250.000 cel./ml, constante durante todo el periodo de lactación, siendo la diferencia media entre estas ovejas y la población total de un + 5,5%. Las ovejas con RCS>1.000.000 cel./ml mantienen una producción menor, con una diferencia media con la población total del -12%.

Gonzalo y cols. (2002), muestran que los estados infectivos influyen significativamente en la producción de leche, teniendo en cuenta los efectos del microorganismo causante de la infección y de su carácter uni o bilateral, y observando una disminución de la producción de leche del orden del 2,6 al 10,1%. Las mayores pérdidas de producción de leche (8,8% y 10,1%, uni o bilateralmente) se observan en ovejas infectadas por patógenos mayores (son los patógenos que provocan unos recuentos celulares muy altos: *Streptococcus agalactiae*, *Pasteurella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Arcanobacterium pyogenes*), y con elevados recuentos celulares ( $1.317$  y  $2.351 \times 10^3$  cel./ml respectivamente).

El pH es, junto al RCS, un posible indicador de la incidencia de mamitis subclínica (García y cols., 1997; Gómez y cols., 1997). Esto es debido a que cuantifica la concentración de iones hidrogeno [H<sup>+</sup>], que proceden de la disociación de un ácido, provocada normalmente por procesos microbiológicos o enzimáticos.

Varios autores (Duranti and Casoli, 1991; Pirisi y cols., 1996, 2000; Pellegrini y cols., 1997; Nudda y cols., 2001; Bianchi y cols., 2004; Revilla y cols., 2007 y Lurueña, 2010) resaltaron el efecto significativo del recuento de células somáticas y el incremento del valor del pH en la leche de oveja, a medida que disminuye la salud de la ubre del animal (Pirisi y cols., 2000). Este aumento del pH podría deberse a los cambios que tienen lugar durante el desarrollo de la mamitis, los cuales provocan, entre otras cosas, una menor formación lactosa (Pirisi y cols., 1996, 2000; Albenzio y cols., 2004; Leitner y cols., 2004). La disminución de este azúcar conllevaría una menor formación de ácido láctico por parte de los microorganismos presentes en la leche, y consecuentemente un pH más elevado. Sin embargo, otros autores no encontraron variaciones significativas (Jaeggi y cols., 2003).

Hay numerosos estudios, sobre todo en leche de vaca, que muestran que un aumento del contenido de células somáticas está relacionado con cambios en la composición de la leche. Esto podría tener dos explicaciones principales: por un lado la lesión de la ubre reduce la síntesis de componentes de la leche en la misma ubre (lactosa, por ejemplo); y, por otro, los cambios en la permeabilidad de las membranas y los espacios intersticiales, que aumentan el paso de los componentes de la sangre a la leche (Haenlein y cols., 1973; Schultz, 1977 y Rovai, 2000).

La comparación directa entre estudios sobre el efecto del aumento de células somáticas en el sector ovino no siempre es posible, porque unos se centran en muestras de leche de tanque y otros en muestras de leche individuales. Además, los rangos de clasificación de recuentos de células somáticas suelen ser distintos.

El estado sanitario de los animales influye notablemente sobre la producción y composición de la leche, siendo la infección de la ubre la enfermedad más común en las ovejas lecheras. Las ovejas con mamitis son indirectamente diagnosticadas mediante el recuento de células somáticas. Las ubres inflamadas hacia el final de la lactación proporcionan leche de baja calidad, con menor contenido de lactosa y grasa, y peores propiedades de coagulación (Bianchi y cols., 2004).

En ovino es difícil establecer el nivel de células somáticas que puede ser considerado como indicador de infección en la ubre. König y col. (1985) han establecido que un valor de RCS igual a 2.000.000 se considera normal, mientras que Vecchi & Cavani (1987) consideran el valor normal como 500.000 RCS. Más recientemente Gonzalo y cols. (2000) han propuesto tres categorías sanitarias de la especie ovina en relación con el RCS en el tanque: bueno (RCS <500.000) donde un promedio de 30% de las ovejas están infectadas, medio (RCS de 500.000 a 1.000.000), el 40% de las ovejas están infectadas; malo (RCS > 1.000.000) con una tasa de infección superior al 45%.

Por lo tanto, puede ser muy importante saber el nivel de RCS en una ganadería, no sólo para el manejo sanitario del rebaño, sino también para las características de calidad de la leche producida. De hecho, numerosos estudios, la mayoría realizados en leche de vaca, han demostrado que un aumento del RCS determina una modificación en la composición química de la leche y en el rendimiento quesero (Raubertas y Shook, 1982; Ng-Kwai-Ala y cols., 1984, Schukken y cols., 1992; Duranti y Casoli, 1991, Auldist y cols., 1996; Auldist y Hubble, 1998).

En pequeños rumiantes lecheros es menos conocida la medida en que el RCS afecta al proceso de producción de la leche y de su rendimiento quesero (Raynal-Ljutovac y cols., 2007). Algunos estudios muestran una relación importante entre estos parámetros en ovino lechero (Pirisi y cols., 1996, 2000; Pellegrini y cols., 1997; Bencini y Pulina, 1997; Albenzio y cols., 2004); sin embargo, también encontramos otros autores que apuntan que aún no está claro el efecto del recuento celular sobre la leche y la producción y calidad del producto final (Leitner y cols. 2008).

Los estudios sobre la relación entre el RCS y la grasa reflejan contradicciones. Algunos autores observaron un descenso significativo de la grasa de la leche con elevados RCS (Jaeggi y cols., 2003, Bianchi y cols., 2004; Rodríguez-Nogales y cols.,

2007), pero sin embargo, otros autores mostraron que los RCS no afectaron al contenido graso de la leche de oveja (Díaz y cols., 1996; Pirisi y cols., 1996, 2000, Nudda y cols., 2003; Marti, 2005; Vivar-Quintana, 2006; y Summer y col., 2012).

Como se ha mencionado anteriormente, estas contradicciones podrían explicarse por el grado de actividad de la plasmina (Shamay y cols., 2000; Silanikove y cols., 2000; Leitner y cols., 2004); aunque otros autores apuntan a que durante una IMI existe una disminución de la capacidad de síntesis y secretora de la ubre, que se verá acompañada con un efecto de concentración del contenido graso en un menor volumen de leche (Schultz, 1977; Marti y Molina, 1998). Este efecto de concentración podría ser el responsable del aumento del contenido graso en glándulas infectadas, de hasta un 19% y 11%, respectivamente, que ha descrito Burriel y cols. (1997) y Leitner y cols. (2003).

El efecto del RCS sobre las proteínas no concuerda entre los diferentes trabajos realizados al respecto. Así, unos autores encontraron que la leche con elevados RCS contenía mayor concentración de proteínas que la leche con RCS bajos (Díaz y cols., 1996; El-Saied y cols., 1999; Nudda y cols., 2003; Albenzio y cols., 2004; Bianchi y cols., 2004; Rodríguez-Nogales y cols., 2007). Por el contrario, otros autores observaron un menor contenido de proteína total en leche con elevados RCS (Jaeggi y cols., 2003), mientras que otros no encontraron diferencias significativas en la concentración de proteínas de leche con diferentes RCS (Duranti y Casoli, 1991; Pirisi y cols., 1996, 2000; Pellegrini y cols., 1997, Albenzio y cols., 2005).

Le Maréchal y col. (2011), en una revisión reciente, informaron de que, en general, hay un aumento en la concentración de proteínas asociado a la respuesta inflamatoria e inmune y una disminución de caseínas, sin embargo, en la revisión, no informaron del valor de umbral de RCS que puede ser considerado para la presencia de la inflamación.

Estas discrepancias entre autores pueden ser debidas a varios factores como la disminución de la producción de leche cuando avanza la lactación, o el aumento del porcentaje de las proteínas séricas cuando aumenta el recuento celular (Auldust y cols., 1996).

Igualmente, en oveja, este aumento de proteína en muestras con altos RCS se puede deber a un efecto de concentración en menores volúmenes de leche secretada como consecuencia de la infección (Burriel y cols. 1997). Torres-Hernández y Hohenboken (1979); y Pirisi y cols. (2000) argumentan que la falta de variación del porcentaje proteico se produce por el flujo de proteínas sanguíneas a la leche, que se debe al aumento de permeabilidad del epitelio secretor mamario. Esto compensaría la

disminución de proteína verdadera en ubres con IMI, no viéndose afectado el contenido de proteína total.

Otros autores (Shamay y cols., 2000; Silanikove y cols., 2000; Leitner y cols., 2004) creen que estas contradicciones podrían explicarse por el grado de actividad de la plasmina. Este enzima produce la hidrólisis de la caseína, que libera péptidos que funcionan como reguladores de la función de la glándula mamaria (Shamay y cols., 2003). La plasmina actúa sobre la  $\beta$ -caseína, liberando el péptido 1-28  $\beta$ -caseína que va a bloquear los canales de potasio en las membranas apicales del tejido epitelial (Silanikove y cols., 2000) y como consecuencia de ello, se reduce la secreción de lactosa y otros osmorreguladores y varía la concentración de grasa y proteínas. Esta variación dependerá del grado de activación de la plasmina (Shamay y cols., 2000; Leitner y cols., 2004).

Con respecto a la concentración de caseínas, los resultados son también contradictorios. Algunos autores han encontrado un descenso del porcentaje caseínas al aumentar los RCS (Duranti y Casoli, 1991; Jaeggi y cols., 2003; Rodríguez-Nogales y cols., 2007; y Summer y col., 2012), mientras que otros observaron lo contrario (Bianchi y cols., 2004).

Jaeggi y col. (2003) propusieron que el aumento de la actividad proteolítica asociada a un aumento del RCS, se debió a las enzimas proteolíticas, tales como plasmina u otras proteasas derivadas de células somáticas, lo que condujo a una ruptura de la caseína y, por lo tanto, a una disminución de los contenido de esta, y también se produce una disminución de su síntesis, como se evidencia por la disminución de la materia seca.

Sin embargo, Summer y col. (2012), argumenta que la disminución de la síntesis de caseína podría ser contrarrestada por el aumento de las proteínas del suero de leche de origen hemático, y este aspecto podría explicar que el extracto seco no varié.

Finalmente, otros autores no han encontrado una influencia significativa del RCS sobre la concentración de caseínas (Pirisi y cols., 1996, 2000; Pellegrini y cols., 1997; Nudda y cols., 2003; Albenzio y cols., 2004, 2005). Sin embargo, para una mejor comprensión de los resultados entre los estudios, algunos autores (Díaz y cols., 1996; Pirisi y cols., 1996, 2000; Pellegrini y cols., 1997; Nudda y cols., 2003b; Jaeggi y cols., 2003; Bianchi y cols., 2004; Albenzio y cols., 2002, 2005; Marti y cols., 2005) utilizan la relación entre el contenido en caseína y proteína bruta, al ser un índice independiente del volumen de leche producido. Todos ellos observan que esta relación disminuye en leche con altos recuentos celulares.

Así, para Pirisi y cols. (1996, 2000) y Marti (2005) esta disminución oscila entre el 1-6% para los rangos RCS<500.000 cel./ml y RCS>10<sup>6</sup> cel./ml; y del 1-9% para Duranti y Casoli, (1991) y Pellegrini y cols. (1997) para los rangos RCS<300.000 cel./ml y RCS>500.000 cel./ml. Esta disminución de la relación caseínas/proteína bruta es significativa a mitad y final de lactación para Albenzio y cols. (2005), con una disminución del 17% y 19%, respectivamente, entre leche de ovejas con RCS<500.000 cel./ml y aquellas con RCS>10<sup>6</sup> cel./ml. Asimismo, Bianchi y cols. (2004) citan una disminución del 2% del índice caseína/proteína bruta entre glándulas sanas e infectadas.

Se acepta que en leche de oveja existe claramente una disminución significativa del contenido en lactosa cuando aumentan los recuentos celulares (Bufano y cols., 1996; Díaz y cols., 1996; Pirisi y cols., 1996, 2000; Auldust y Hubble, 1998; Nudda y cols., 2003, Revilla y cols., 2007).

*Tabla 9: Disminución del contenido en lactosa para distintos autores.*

Autor	Valor (%)	RCS
Pirisi y cols. (2000)	8	Entre <500.000 cel./ml y >10 <sup>6</sup> cel./ml
Martí (2005)	4	Entre <500.000 cel./ml y >1,5 x10 <sup>6</sup> cel./ml
Vivar-Quintana (2006)	16	Entre <500.000 cel./ml y >3 x10 <sup>6</sup> cel./ml.

*Fuente: Elaboración propia.*

Algunos autores como Pirisi y cols. (2000), Martí (2005), y Vivar-Quintana (2006), han mostrado el porcentaje de esta disminución de lactosa en diferentes ranfos del RCS (tabla 9).

Esta disminución parece que se hace más evidente conforme avanza el estado de lactación; Albenzio y cols. (2004), citan un descenso de la lactosa al principio-mitad-final de lactación de un 7%, 11% y 15%, respectivamente, en leche de ovejas con recuentos menores de 500.000 cel./ml y aquellas con recuentos mayores de 1.000.000 cel./ml, circunstancia que ya había sido observado por Shuster y cols.(1991), debido al progresivo deterioro de la salud de ubre de la oveja al final de lactación (Fthenakis, 1994).

Se ha citado que la correlación entre el recuento celular y el porcentaje de lactosa es negativa, por lo que se estima que ante un aumento del RCS se produce una disminución del contenido en lactosa (Fuertes y cols., 1998; y Summer y col., 2012). Arias (2009), observo que la correlación entre el log<sub>10</sub>RCS y la lactosa es significativa,

media y negativa ( $r=-0,25$ ). Esta circunstancia prueba que en presencia de infecciones intramamarias existe una pérdida del contenido en lactosa (Díaz y cols., 1996; Leitner y cols., 2003, 2004; Bianchi y cols., 2004), lo cual tendrá una repercusión directa en la pérdida de producción lechera (Burriel, 1997; Pirisi y cols., 2007).

Summer y col. (2012), observaron que la leche con menos de 265.000 cél./ ml tienen una calidad superior (mayor cantidad de lactosa, caseína, fósforo, calcio y magnesio) a la leche con más de 265,000 cél. / ml y, por lo tanto, es más adecuada para la fabricación de queso.

El extracto seco va a estar influenciado por el contenido de células somáticas. Jaeggi y cols. (2003), y Lurueña (2010), para raza Churra, encontraron un menor porcentaje de extracto seco respecto a leches con un alto contenido en células somáticas, sin embargo, para Arias (2009) en leche de tanque, el RCS tiene una relación significativa y positiva con el extracto seco.

Otros autores como Serrano (1999), Pirisi y cols. (1996, 2000), Rodríguez-nogales (2007), Lurueña (2010) para raza Castellana y Assaf, y Summer y col. (2012) no obtuvieron una influencia significativa del recuento de células somáticas sobre este factor.

El nivel de células somáticas en la leche va a ejercer una influencia importante en los parámetros tecnológicos. El RCS es un parámetro que depende de las condiciones sanitarias de los animales, la higiene durante el ordeño y otros agentes externos (Micari y cols., 2002). Debido a estas fuentes de variación, existen grandes discrepancias para establecer valores de referencia de la influencia del RCS en pequeños rumiantes; a pesar de ello la mayoría de los autores (Duranti y Casoli, 1991; Pirisi y cols., 1996, 2000; Pellegrini y cols., 1997; Nudda y cols., 2001; Albenzio y cols., 2004, 2005; y Revilla y cols., 2007) muestran que un elevado RCS puede influir negativamente sobre los parámetros tecnológicos de la leche.

Se ha observado que leches de oveja destinadas para quesería con RCS elevados ( $>10^6$  cél./ml) pueden tardar el doble de tiempo en coagular en comparación a muestras de leche con recuentos por debajo de  $5 \times 10^4$  cél./ml (Pirisi y cols., 1994). Similar a estos resultados, Albenzio y cols. (2004) observaron que leches con recuentos por debajo de  $5 \times 10^5$  cél./ml coagularon en menos tiempo que leches con RCS superiores a  $1 \times 10^6$  cél./ml. Por lo tanto, el tiempo de coagulación de la leche como el tiempo que tarda la cuajada en adquirir firmeza, aumentan de forma significativa con el RCS (Duranti y Casoli, 1991; Pirisi y col., 1996, 2000; Pellegrini y col., 1997; Nudda y col., 2001; Albenzio y col., 2004, 2005; y Revilla y col., 2007); ya que la leche con alto

RCS presenta dificultades para organizar una cuajada bien estructurada (Revilla y col., 2007).

Pirisi y cols. (2000), observaron, que leches con altos recuentos presentaron un mayor valor de pH y a su vez dificultad para formar un gel, prolongando el proceso de coagulación y finalmente no influyó de manera significativa sobre el rendimiento y la calidad del queso. Estos mismos autores señalaron que al ajustar el pH a 6,5 mejoro su coagulación. Contrarios a estos resultados, son los obtenidos por Revilla y cols. (2007) quienes evaluaron la influencia del contenido de células somáticas en la leche de ovejas sobre las propiedades de coagulación y las características de queso tipo Zamorano. En este caso sí fue observado un efecto negativo de este parámetro sobre las propiedades de coagulación de la leche estandarizada a pH de 6,5: el tiempo de coagulación fue más elevado (69 min) en aquellas leches con niveles superiores a  $2,5 \times 10^6$  cel./ml, mientras que la leche con recuentos entre  $10^6$  y  $1,5 \times 10^6$  cel./ml tardó alrededor de 36 min en coagular, a diferencia del tiempo de coagulación de 24,5 min que fue descrito para la leche con  $<5 \times 10^5$  cel./ml.

Como ya se ha comentado en el punto anterior, algunos autores han observado una alta correlación positiva entre el pH y el tiempo de coagulación en leche de vaca, cabra y oveja (Ramet y Weber, 1980, Remeuf y cols., 1991; Pirisi y cols., 2000; y Revilla y cols., 2007). El aumento del recuento celular podría ocasionar modificaciones de la composición de los parámetros bioquímicos de la leche (pH, grasa, proteína o las propiedades de la fracción micelar de la leche). Esto provocaría modificaciones del tiempo de coagulación, velocidad de endurecimiento o en la dureza de la cuajada (Duranti y Casoli, 1991; Pirisi y cols., 1996, 2000; Pellegrini y cols., 1997), un efecto refractario de la leche a la acción del cuajo (Duranti y Casoli, 1991), o también deficiencias en la textura de los quesos por un deficiente grado de desuerado (Auldish y cols., 1996).

Por otra parte, la firmeza de la cuajada muestra la tendencia contraria, es decir, disminuye al aumentar los RCS, especialmente cuando se observa un descenso en la concentración de caseínas (Lurueña, 2010). Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores (Nudda y cols., 2001; Albenzio y cols., 2004; Bianchi y cols., 2004; Jaramillo, 2007; y Revilla y cols., 2007). Según Lurueña (2010), esta disminución de la dureza de la cuajada se observa principalmente cuando se produce un descenso en la concentración de caseínas.

Respecto al rendimiento quesero, a pesar de la influencia negativa del recuento de células somáticas sobre el tiempo de coagulación y la firmeza de la cuajada, el RCS no influyó negativamente sobre este parámetro coincidiendo con las observaciones descritas por Pirisi y cols. (1996).



En general, si el queso se elabora con leche de elevados RCS, se produce un deterioro de la cuajada durante la sinéresis, con un largo tiempo de coagulación y una agregación de la cuajada débil. Esto, que es debido a la hidrólisis parcial de la  $\alpha_s$ -caseína y de la  $\beta$ -caseína causada por la plasmina (Verdi y Barbano, 1991), daría lugar al incremento del contenido de humedad y a la reducción de la cantidad de caseína en la cuajada, lo que se traduce en un menor rendimiento quesero (Auldíst y cols., 1996; Rogers y Mitchell, 1994; Leitner y cols., 2004; Jaeggi y cols., 2003; Albenzio y cols., 2004; Pulina y cols., 2006). La mayoría de los autores observaron una disminución del rendimiento quesero al aumentar los RCS, lo que supone notables pérdidas económicas para los productores (Raynal-Ljutovac y cols., 2007). Sin embargo, algunos autores no encontraron diferencias significativas en dicho rendimiento (Pirisi y cols., 2000; Revilla y cols., 2007), algo que podría deberse a que el incremento de la humedad atrapada en la cuajada distorsiona el cálculo (Rogers y Mitchell, 1994). Además, este defecto en el drenaje de suero podría inducir un incremento en el nivel de proteólisis y lipólisis del queso (Raynal-Ljutovac y cols., 2007).

### 3.8.- INFLUENCIA DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE SOBRE LOS PARÁMETROS TECNOLÓGICOS.

De acuerdo con diferentes estudios realizados con leche de vaca se ha observado una clara influencia de la composición sobre las propiedades tecnológicas de la leche; una mayor concentración de grasa, proteína, caseína y sólidos totales permiten una mayor velocidad de endurecimiento del coágulo y por lo tanto la obtención de un gel más firme (Auldist y cols., 2004).

Sin embargo, es necesario destacar que las correlaciones entre estos componentes de la leche y los parámetros tecnológicos suelen ser bajos (coeficientes de correlación menores a 0,5) y por lo tanto no explican en su totalidad el comportamiento tecnológico de la leche. La importancia de la composición también ha sido descrita por Malacarne y cols. (2006) quienes además observaron menores pérdidas de grasa en el suero de quesería y paralelamente un mayor rendimiento quesero en las leches con mayor contenido de caseína.

Además del contenido de proteína, caseína y sólidos totales, otros componentes específicos como el contenido y la proporción de las caseínas, minerales (fósforo inorgánico y calcio) y las características físicas de las micelas son factores que determinan la aptitud tecnológica de la leche (Pellegrini y cols., 1997).

Los trabajos realizados por Remeuf y cols. (1989 y 1991) con leche de cabra y vaca, y posteriormente por Pellegrini y cols. (1997) con leche de oveja, explican extensamente la relación entre las diferentes características físico-químicas y los parámetros tecnológicos de la leche durante la obtención de geles enzimáticos. Así, el pH de la leche es uno de los factores que más influye sobre el proceso de coagulación. De acuerdo con las correlaciones descritas por Pellegrini y cols. (1997), una leche de vaca con un pH elevado presentará mayor tiempo de coagulación. Este parámetro también está influenciado por el contenido de calcio (principalmente calcio iónico y soluble) de la leche, de manera que una concentración alta de calcio favorece el proceso de floculación. Adicionalmente, y de manera particular en la leche de cabra, una mayor proporción de  $P_i$  soluble /  $P_i$  total reduce el tiempo de coagulación (Remeuf y col., 1989), mientras que, en el caso de la leche de oveja, otros parámetros, además del contenido de proteína, caseína y fósforo, como el grado de mineralización y el diámetro de la micela influyen sobre el proceso de coagulación (Remeuf y col., 1991). De acuerdo a los coeficientes de correlación y regresión observados por estos autores, las caseínas de la leche parecen ser los principales componentes que explican la velocidad de endurecimiento y firmeza del gel.

En general, se observa que a mayor contenido de caseína total se obtienen geles más firmes y una mayor velocidad de endurecimiento. La velocidad de endurecimiento de la leche de oveja es un factor influenciado negativamente por el tamaño de la micela y positivamente por un mayor contenido de calcio coloidal (Jaramillo, 2007). La firmeza del gel está altamente correlacionada con el contenido de proteína y caseína (Delacroix-Buchet y cols., 1994), y en menor grado está influenciada por el contenido de calcio coloidal, el tamaño de la micela y su grado de mineralización.

Según Remeuf y cols. (1991) tanto las características físico-químicas como los parámetros de coagulación de la leche se encuentran relacionados entre sí, obteniéndose correlaciones elevadas entre el contenido de caseína y el de proteína total ( $r = 0,96$ ). No obstante, el contenido de las diferentes caseínas de la leche parece no tener una relación importante con el contenido de caseína total. Por otro lado, el grado de hidratación de las micelas está influenciado por el grado de mineralización cálcica y se correlaciona negativamente con el diámetro de las mismas. Así las micelas pequeñas, que contienen una mayor relación superficie/volumen, de la *k*-caseína, presentan un mayor grado de hidratación y promueven la formación de geles más firmes. Esta mejor aptitud tecnológica de las micelas más pequeñas, puede ser debida también a que presentan una correlación positiva con la concentración de calcio iónico y negativa con la proporción de calcio coloidal/caseína.

En relación a los parámetros que describen la coagulación, estos mismos autores (Remeuf, 1991 y Pellegrini, 1997) han descrito una fuerte correlación positiva entre la firmeza del gel y la velocidad de endurecimiento ( $r = 0,80$ ), lo que indica que la leche que presenta una mayor velocidad de agregación durante la coagulación da como resultado una cuajada de mayor firmeza. Por otro lado, esta leche tenderá también a coagular en un tiempo más corto tal como lo indica la correlación negativa entre la velocidad de endurecimiento del gel y el tiempo de coagulación ( $r = -0,44$ ). Además de todo esto, las variantes genéticas de las proteínas también han sido asociadas a las propiedades tecnológicas de la leche.

Para Jaramillo y col. (2008) los principales componentes físico-químicos (proteína total, proteína verdadera, caseína, lactosa y sólidos totales) de la leche se correlacionaron significativamente ( $P < 0,01$ ) con el tiempo de coagulación. De igual forma, la consistencia del gel y la velocidad de agregación fueron influenciadas por el contenido de grasa, proteína, caseína y sólidos totales. Las correlaciones entre estos parámetros fueron negativas, de manera que a pesar del incremento en grasa, proteína y sólidos durante la lactación, el gel formado fue cada vez más débil.

Las relaciones curvilíneas entre la consistencia del gel y el contenido de proteína y grasa observado por Bencini (2002), podría explicar los coeficientes encontrados por Jaramillo (2007). Sin embargo, en otros estudios realizados con leche de oveja se describen correlaciones positivas entre los parámetros de concentración proteica y velocidad de agregación y firmeza de gel (Delacroix- Buchet y col., 1994; Pellegrini y col., 1997), probablemente debidas al contenido intermedio de proteína y grasa de las leches empleadas. A pesar de que las correlaciones entre los parámetros de coagulación y el contenido de grasa, proteína y pH fueron significativas ( $P < 0,05$ ), estos coeficientes no fueron mayores a 0,5. Estas correlaciones bajas también han sido observadas en otros estudios realizados con leche de vaca (Tyrisevä y col., 2003; Auld y col., 2004), y confirman que la coagulación es influenciada por otros factores como la presencia de fracciones caseínicas, las características de la micela o la concentración de calcio (Remeuf y col., 1991; Pellegrini y col., 1997).

Otro autor, Serrano (1999) no observó relación significativa entre los parámetros tecnológicos y la grasa, y para las proteínas solo mostró correlación significativa con la velocidad de endurecimiento y el tiempo de coagulación, pero esta correlación fue positiva. Este mismo autor, a diferencia de Jaramillo (2007), encontró correlación entre la consistencia del gel y la velocidad de agregación con el extracto seco, siendo positiva para el primero y negativa para el segundo. Para la lactosa mostró diferencias significativas para todos los parámetros tecnológicos, siendo negativa para  $r$  y  $k_{20}$  y positiva para  $A_{35}$  y  $A_{60}$ .

## **4. METODOLOGÍA**

## **4.- METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL:**

### 4.1.-MATERIAL

- Material Animal:

Se han analizado 1614 muestras individuales de leche de raza Merina de la zona de la Sierra de Grazalema. El estudio se realiza en 6 ganaderías durante 4 años (2006-2009):

### 4.2.- ANÁLISIS

Los parámetros analizados son los siguientes:

1 Físico-Químicos:

- pH
- Porcentaje de grasa
- Porcentaje proteico
- Porcentaje de lactosa
- Extracto seco total
- Cuantificación de proteínas lácteas:

- Proteínas totales
- Caseínas

2 Higiénicos:

- Recuento de células somáticas

3 Tecnológicos:

- Tiempo de coagulación
- Velocidad de endurecimiento
- Dureza media del coagulo
- Dureza máxima
- Rendimiento de la cuajada

### 4.3.- MÉTODOS

Las muestras de leche son recibidas a una temperatura de 4°C, en botes de 100 ml con tapón hermético para evitar posibles fugas durante el transporte, y están identificadas con etiquetas autoadhesivas.

Una vez recibidas e identificadas en el laboratorio se organizan en gradillas divididas por ganaderías.

Se mide el pH de cada una de las muestras de leche (pHmetro Crison 2001 micropH), agitando previamente las muestras para homogeneizar sus componentes a una temperatura de 20°C (temperatura óptima de medida).

Estas muestras se fraccionan en tres partes:

- 1- 25-30 ml de leche, que se destinan al análisis físico-químico y recuento de células somáticas.
- 2- 25 ml de leche que se destinan al análisis de parámetros de aptitud tecnológica.
- 3- 25 ml de leche que se destinan al análisis caseínas.

#### 4.3.1- ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.

Previo al análisis de composición química las muestras de leche se calientan en un baño termostático a 35-40°C y se agitan para homogeneizar sus componentes.

El análisis físico-químico de la leche se realiza midiendo directamente los porcentajes de grasa, proteína, lactosa y extracto seco total de cada una de las muestras por espectroscopia infrarroja (Milko-Scan FT120; Foss Electric). Este aparato se basa en la aplicación de técnicas de espectroscopía infrarroja cuyo principio radica en que casi todas las sustancias orgánicas absorben selectivamente ciertas longitudes de onda de la región infrarroja del espectro.

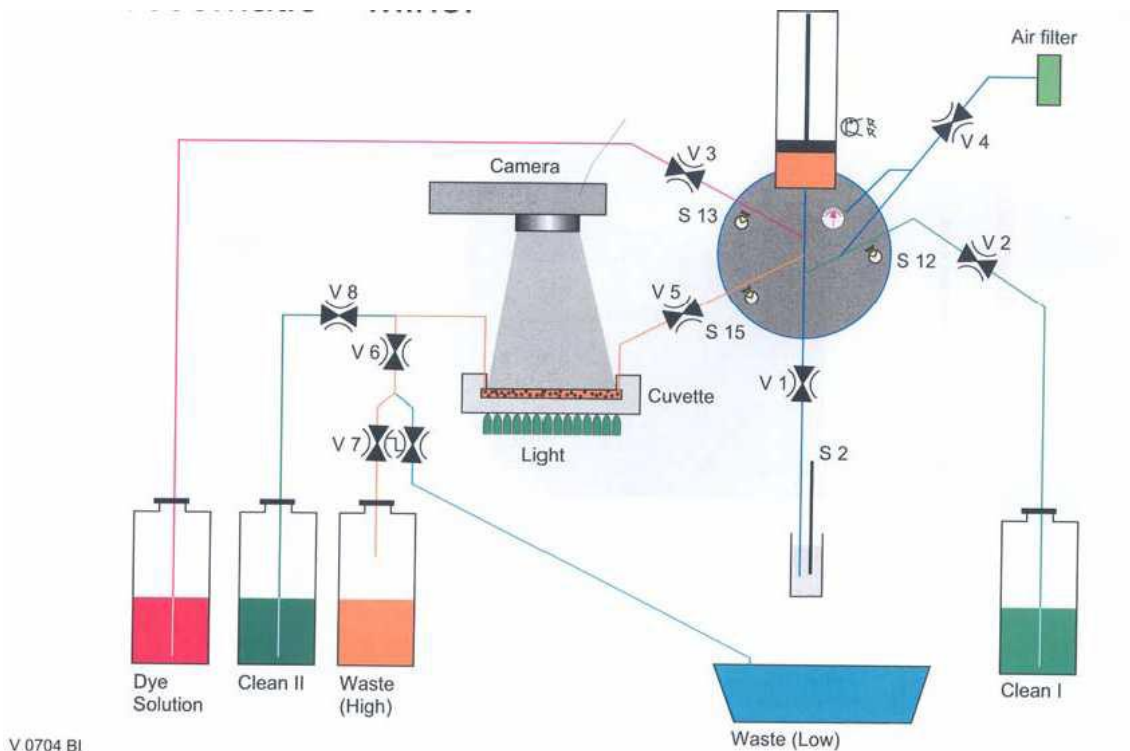
#### 4.3.2- ANÁLISIS SANITARIO: RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS.

El recuento de células somáticas se realiza directamente en un Fossomatic Minor, utilizando como principio la tinción del ADN celular mediante un colorante (Bromuro de etidio). Al ser teñido por el bromuro de etidio, el ADN es capaz de excitarse con la luz azul y emitir una fluorescencia de color rojo que se recoge por un detector y que envía una señal a un monitor que cuenta las células, apareciendo el resultado en pantalla. Esta emisión de fluorescencia es proporcional a la cantidad de ADN presente y, por tanto, a la concentración de células somáticas (figura 1).

Para la realización del análisis se parte de una muestra de 10 ml de leche, calentándose hasta una temperatura de 40°C en un baño termostático.

Una vez alcanzada la temperatura, la muestra se introduce a través de una pipeta de absorción. A continuación es teñida por el colorante. Tras teñir el ADN, se recuentan en una cámara que está conectada directamente con el ordenador para la obtención de los datos. Una vez realizado el análisis de la muestra, el aparato automáticamente realiza una autolimpieza.

Figura 1: Esquema de los componentes del Fossomatic



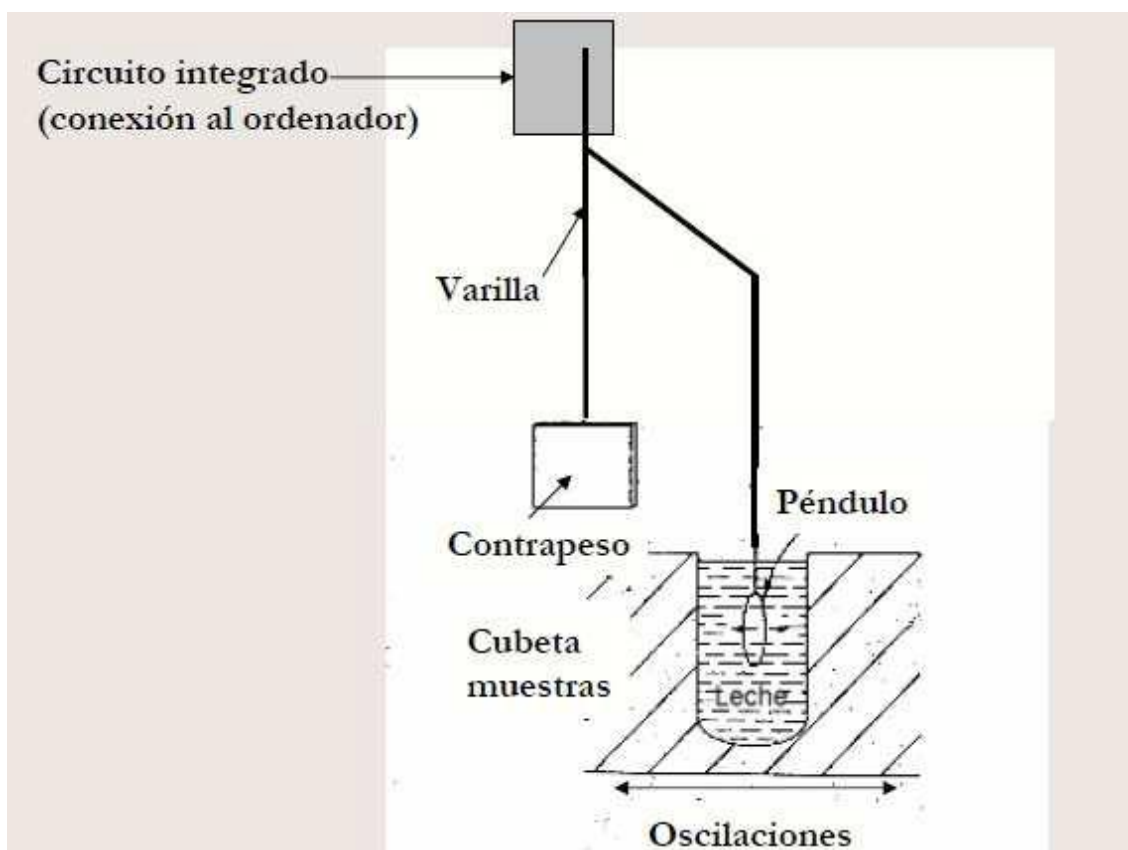


#### 4.3.3.- ANÁLISIS TECNOLÓGICO.

Las muestras de leche se calientan en un baño termostático a 32°C y se agitan para homogeneizar sus componentes. La determinación de las características de la aptitud tecnológica se realiza por medio de un Lactodinamógrafo (lattodinamografo Foss Electric). Su funcionamiento se basa en el movimiento oscilatorio de pequeños péndulos circulares inmersos en muestras de leche en proceso de coagulación.

En la cubeta se dispensan 10ml de leche mediante una pipeta automática, que se coloca sobre una placa calefactora hasta que la temperatura de las muestras alcanza los 32°C. Después se añade a cada muestra de leche 50µl de cuajo comercial líquido (sal común, AC quimosina 80%, AC pepsina bovina 20%, E 211) a una concentración de 1/80 en agua bidestilada. La adición del cuajo se realiza mediante un sistema de cucharillas múltiples con el fin de conseguir una dispersión simultánea del cuajo en todas las muestras de la cubeta (Garzón, 1996).

*Figura 2: Movimiento oscilatorio del péndulo del Lactodinamógrafo.*

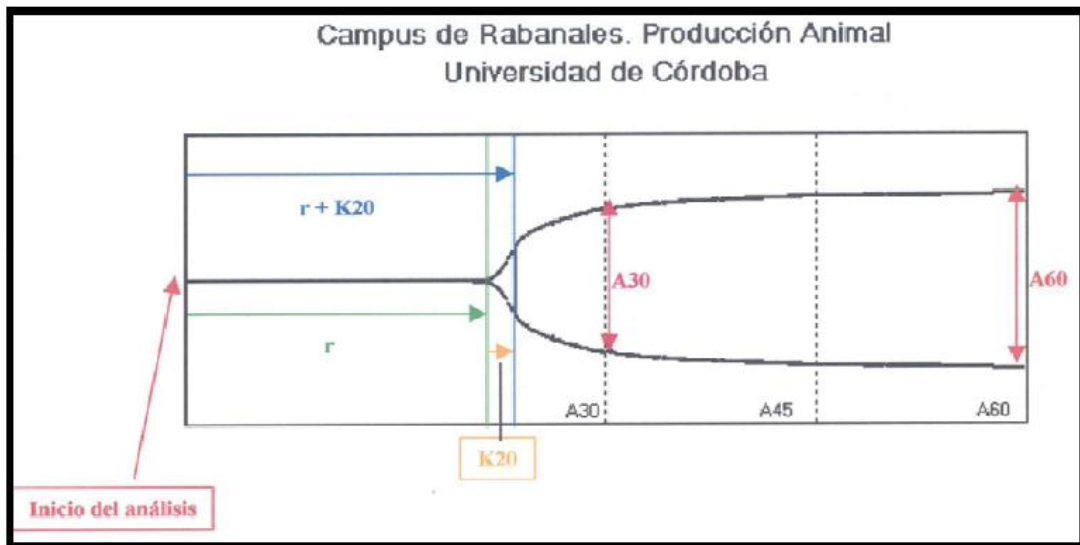


A continuación, las muestras de leche se agitan consiguiendo una mezcla homogénea del cuajo e, inmediatamente, la cubeta se transfiere al módulo de registro, sobre una placa que mantiene la temperatura del análisis constante, donde las muestras de leche se ponen en contacto con los péndulos (figura 2).

En el módulo de registro, la cubeta presenta un movimiento oscilatorio cada 15 segundos que se transmite a los péndulos. Si aun no se ha formado la cuajada, el movimiento oscilatorio de la placa no se transmite al péndulo y, por lo tanto este no registra ningún movimiento oscilatorio. Cuando comienza la coagulación, el aumento de viscosidad de las muestras de leche, debido a la formación de la cuajada, produce el movimiento oscilatorio del péndulo. Estos movimientos oscilatorios del péndulo son procesados continuamente por el ordenador.

Como resultado, aparece un grafico donde podemos medir los siguientes parámetros (Serrano, 1999) (figura 3):

Figura 3: Diagrama de coagulación.



- Tiempo de coagulación (r): representa el tiempo transcurrido hasta la formación del coágulo. Para determinarlo se midió la distancia desde el origen del análisis hasta el punto en el cual la curva comienza a abrirse (1mm de apertura). Se expresa en minutos.
- Velocidad de endurecimiento de la cuajada ( $K_{20}$ ): se representa por la distancia medida entre el inicio del análisis y el punto donde la campana presenta una amplitud de 20mm. Se expresa en minutos.
- Dureza media (30 minutos) y máxima (60minutos) ( $A_{30}$  y  $A_{60}$ ): representa la amplitud de la campana en esa línea. La distancia desde el origen hasta que han transcurrido los 30 o los 60 minutos correspondientes. Se expresa en mm.

Para medir el rendimiento en cuajada, una vez transcurridos 60 minutos, cada muestra de cuajada se recoge en un tubo de centrífuga, previamente pesado.

A continuación, se corta la cuajada con una espátula hasta obtener un grano de tamaño similar al que se obtiene en el corte en las cubas de quesería. Posteriormente se centrifuga a 2800g y 37°C durante 30 minutos, separando el suero, que se desprecia. La cuajada desuerada se pesa directamente en el tubo, restándole después el peso del tubo vacío, para obtener la cantidad de cuajada que contienen 10ml de leche (Serrano, 1999).

#### 4.3.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los resultados obtenidos han sido analizados mediante el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI (Statpoint Technologies, INC. Warrenton, Virginia. EE.UU.) y el programa estadístico SPSS 15.0 de IBM (SPSS Inc. 233 South Wacker Drive, Chicago, IL 60606-6412 EE.UU.).

Dentro del paquete estadístico Statgraphics se ha utilizado como prueba estadística el análisis "Summary statistics", el cual produce varios estadísticos asociados a una variable de datos numéricos; dentro de estos estadísticos se ha utilizado la media aritmética, la desviación típica, el error estándar de la media, el mínimo y el máximo.

Tras realizar un análisis unidireccional de la varianza (ANOVA), se ha comparado la media de cada grupo con la media de los otros mediante otra herramienta del Statgraphics, el "Multiple range tests" por medio del test de mínima diferencia significativa de Fisher (LSD), a un nivel de confianza del 95%.

Para medir el índice del grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente se ha utilizado el coeficiente de correlación de Pearson (SPSS). La magnitud de la relación va a venir especificada por el valor numérico del coeficiente, reflejando el signo la dirección de tal valor. En este sentido, tan fuerte es una relación de +1 como de -1. En el primer caso la relación es perfecta positiva y en el segundo perfecta negativa.

El coeficiente de correlación de Pearson viene definido por la siguiente expresión:

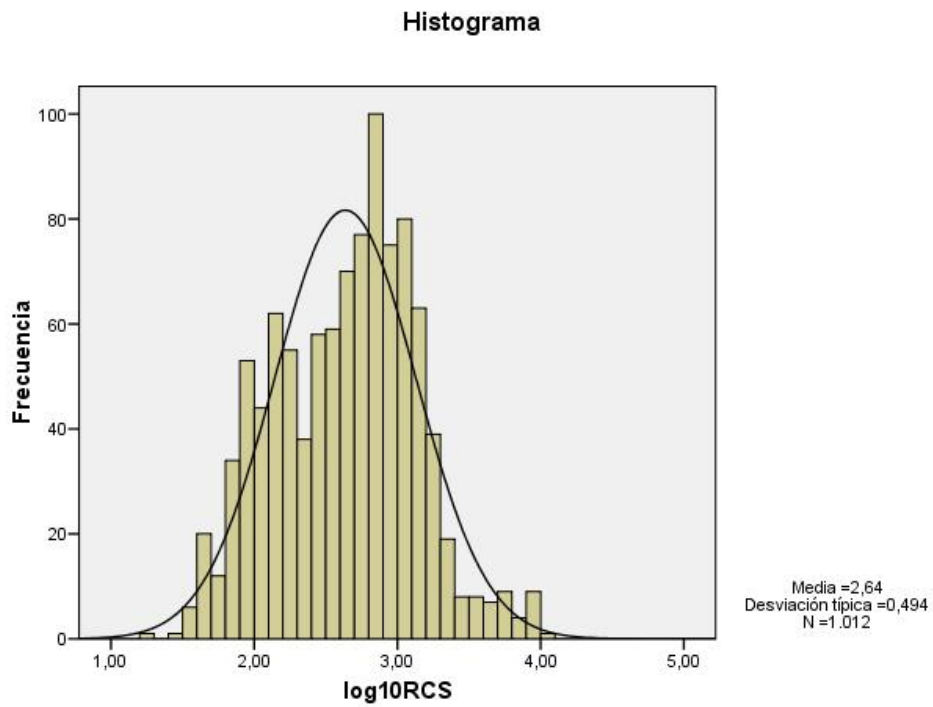
$$\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y},$$

Donde:

- $\sigma_{XY}$  es la covarianza de  $(X, Y)$
- $\sigma_X$  es la desviación típica de la variable  $X$
- $\sigma_Y$  es la desviación típica de la variable  $Y$

Para comparar los recuentos de células somáticas de leche se han transformado en logaritmos naturales (base 10) para que los datos considerados tuvieran una distribución normal (Ali y Shook, 1980) (Histograma 1).

*Histograma 1: Histograma del  $\log_{10}RCS$*





## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

### 5.1- ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS.

La tabla 10 muestra los valores medios de composición físico-química, parámetros tecnológicos y recuento de células somáticas en muestras individuales de leche de ovejas Merina de Grazalema.

Tabla 10: Estadísticos descriptivos.

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Leche	37,10	298,83	149,5186	41,88431
PH	5,38	8,48	6,6916	0,15490
Grasa	2,06	14,96	7,9345	1,61917
Proteínas	3,87	10,99	5,8845	0,80735
Caseínas	0,50	8,90	4,2219	1,17857
Caseínas/Proteínas	0,10	0,89	0,7193	0,20406
Extracto Seco	9,77	30,76	18,1818	3,56047
Lactosa	3,27	5,62	4,5612	0,33954
r	4,00	60,00	26,7407	9,38061
k <sub>20</sub>	1,15	60,00	5,0214	8,82604
k <sub>20</sub> + r	5,30	120,00	31,7621	15,42130
A <sub>30</sub>	1,00	65,18	22,4347	18,20005
A <sub>60</sub>	5,01	64,00	40,7301	11,85576
Rendimiento Cuajada	0,00	7,17	2,9568	1,40182
RCS	18	8456	762,15	998,004
SRCS	1,26	3,93	2,6383	0,47696

Fuente: elaboración propia

#### 5.1.1- PRODUCCIÓN.

La producción media de leche es de 149,51kg (utilizando el método Fleishmamm). Este resultado es superior al encontrado por Casas y col. (2005), para raza merina de Grazalema (118,35kg).

Puede resultar difícil comparar este parámetro con otros autores, ya que utilizan otros métodos para la obtención de la producción lechera por oveja, como puede ser la cantidad total de litros de leche a lo largo de la lactación. Dentro de estos autores encontramos a Yanes (2008), que mostró una cantidad de leche para oveja Churra de 132 litros a los 135 días; y Lurueña (2010) que observó una producción de



129 litros a los 143 días en raza Castellana y entre 160 litros y 285 litros a los 120 días y 145 días respectivamente, para raza Assaf.

### 5.1.2- COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA.

El valor medio de pH observado es 6,69. Esta cifra coincide con la señalada por otros autores como Garzón (1996): 6,66; Vivar Quintana (2006): 6,6-6,8; Park (2007): 6,51-6,85; Jaramillo (2008): 6,63-6,69; y Lurueña (2010): 6,5-6,82; para ovejas de razas españolas. Sin embargo, Serrano (1999), observó un pH superior (6,81) para la raza Merina.

La tabla 10 muestra la media del porcentaje graso (7,93); dato superior al publicado por otros autores para la raza Merina (Peña, 1985; González y col., 1991; Serrano, 1999; Caio y col., 2007) cuyo porcentaje medio de grasa oscila entre 6,07 y 7,04. Sin embargo es inferior al mostrado por Casas y col., 2005 (8,92) para Merina de Grazalema, y Caballero y col., 2007 (8,47) para Merina.

El porcentaje proteico (5,88) presenta un valor medio superior a los observados por González, 1991 (5,34), Serrano, 1999 (5,83) y Caballero, 2007 (5,83); mientras que es inferior a los publicados por Peña, 1985 (6,04), Casas y col., 2005 (6,84), y Caio y col., 2007 (6,31) para oveja Merina.

En cuanto a las caseínas, el valor medio obtenido (tabla 10) es inferior al obtenido por Revilla, 2007 (4,6-4,8) y Martini, 2008 (4,76); y esta dentro del rango observado por Pirisi, 2000 (4,18-4,26) y por el obtenido por Raynal-Ljutovac, 2008 (4,23).

Respecto al porcentaje en lactosa (4,56) se observa que es similar al contemplado por otros autores como Peña, 1985, Caballero y col., 2007, y Caio y col., 2007; sin embargo es inferior al mostrado por González, 1991 (6,02), y Serrano, 1999 (5,64).

El extracto seco observado en este estudio (18,18) es inferior al mostrado por otros autores para raza Merina, como González y col., 1991; Serrano, 1999; Caballero y col., 2007; Caio y col., 2007; cuyos valores oscilan 18,50 y 19,70; y también es inferior al publicado para otras razas españolas (Jaramillo, 2008; Arias, 2009; y Lurueña 2010). Sin embargo es superior al observado por Casas y col., 2005 (15,76), para Merina de Grazalema.

En resumen, dentro de los parámetros físico-químicos observados podemos destacar que el porcentaje graso y proteico son, en general, ligeramente superiores a los obtenidos por la mayoría de los autores para raza Merina; sin embargo para la lactosa no existe diferencia con lo reportado por la mayoría de los autores. Para el extracto seco el valor obtenido estará dentro de los valores medios.

Si comparamos nuestros resultados con los publicados por Casas y col. (2005) para raza Merina de Grazalema cabe destacar que tanto el porcentaje graso y proteico son menores que los observados por estos autores, sin embargo, el extracto seco será superior.

### 5.1.3.- PARÁMETROS TECNOLÓGICOS.

Los valores medios obtenidos en este estudio son tiempo de coagulación ( $r$ )= 26'74min, velocidad de endurecimiento ( $K_{20}$ )= 5'02min ( $r+K_{20}$ = 31,76min), dureza media ( $A_{30}$ )= 22'43mm, y dureza máxima ( $A_{60}$ )= 40'73mm (tabla 10).

El tiempo de coagulación es similar al obtenido por Pirisi (2000), e inferior al obtenido por otros autores como Garzón (1996), Serrano (1999), Lurueña (2010); sin embargo es superior al obtenido por Bencini (2003) y Bianchi (2004) (tabla 11).

Para la velocidad de endurecimiento nuestro resultado es superior al obtenido por Garzón (1996), Serrano (1999), Bencini (2003), Martini (2003) y Bianchi (2004); e inferior al obtenido por Pirisi (2000) (Tabla 11).

Si consideramos  $r + K_{20}$ , la media es inferior a la señalada por Garzón (1996), Serrano (1999); y superior a la descrita por Bencini (2003) y Bianchi (2004); sin embargo es similar a la publicada por Martini (2003) (Tabla 11).

Tabla 11: Parámetros tecnológicos de diferentes autores

	Garzón (1996)	Serrano (1999)	Pirisi (2000)	Bencini (2003)	Martini (2003)	Bianchi (2004)	Lurueña (2010)
<b>r</b> <b>(min)</b>	39,52	39,55	19,82 35,21	25	-	16,52	28-39
<b>K<sub>20</sub></b> <b>(min)</b>	2,40	4,13	7,82 13,93	1,80	3,40 2,09	1,80	-
<b>r + K<sub>20</sub></b> <b>(min)</b>	41,92	43,68	27,71 49,14	26,8	30,77 32,99	18,32	-

Fuente: elaboración propia

El valor de dureza media (22´43mm), es similar al publicado por otros autores como Serrano (1999) y Pirisi (2000), e inferior a los mostrados por Manfredini (1992), Garzón (1996) y Bencini (2003) (tabla 12).

La media de la dureza máxima (40,73mm) es inferior a la mostrada por Delacroix-Buchet (1994), Garzón (1996), Serrano (1999), Bencini (2003) y Bianchi (2004) (tabla 12).

Tabla 12: Parámetros tecnológicos de diferentes autores

	Manfredini (1992)	Delacroix- Buchet(1994)	Garzón (1996)	Serrano (1999)	Pirisi (2000)	Bencini (2003)	Bianchi (2004)
<b>A<sub>30</sub></b> <b>(mm)</b>	54	-	30,82	22,27	20,58 25,71	39,7	-
<b>A<sub>60</sub></b> <b>(mm)</b>	-	56,7	60,65	44,65	-	42,6	47,63

Fuente: elaboración propia

El rendimiento quesero medio obtenido en este estudio es de 2,95 g/10ml (29,5%). Este resultado es superior al publicado por Othmane y col. (2002b) y Lurueña (2010) que obtuvieron respectivamente un porcentaje del 26,5% el primero y entre 21,88% y 26,09% el segundo. Otros autores obtuvieron rendimientos superiores, como Garzón (1996) (32,92%), y Serrano (1999) (38,47%); sin embargo, Jaramillo y col. (2008) para la raza Guirra (30%) y la Manchega (29%), el resultado fue similar al obtenido en este estudio. Aun así, todos estos valores son difícilmente comparables, ya que, además de la composición química de la leche, pueden influir otros factores, como el método de elaboración del queso (Lurueña 2010).

En resumen los parámetros tecnológicos muestran en general unos valores medios en concordancia con los publicados, para ovino, por otros autores, excepto para la dureza máxima cuyo resultado es inferior al señalado por otros autores.

#### 5.1.4- RCS.

El RCS medio obtenido en el presente estudio es de 762 cel./ml; esta cifra es algo más baja que la observada por otros autores como Serrano, 1999 (905), Arias, 2009 (859,55), Lurueña, 2010 (raza Churra 1.153, raza Assaf (1.017), sin embargo es ligeramente superior a la dada por Lurueña, 2010 para raza Castellana (741).

La distribución de los valores de RCS no se ajusta a una distribución normal, por lo que se han transformado en logaritmos naturales de base 10 (Ali y Shook, 1980 y Arias 2009), obteniéndose así el  $\log_{10}$  RCS, denominado Score (SRCS).

## 5.2.- COMPARACIONES MÚLTIPLES

Para realizar la comparación de las medias de los distintos grupos se ha utilizado el “Multiple range tests” por medio del test de mínima diferencia significativa de Fisher (LSD), a un nivel de confianza del 95%.

### 5.2.1.- GANADERÍA:

La ganadería es un factor de efecto aleatorio que viene determinado por diferentes fuentes de variación que son fundamentalmente: el nivel selectivo, edad al destete, duración y rutina de ordeño, estado sanitario, sistemas particulares de alimentación, etc. Estos factores afectan a las características productivas y tecnológicas (Serrano 1999).

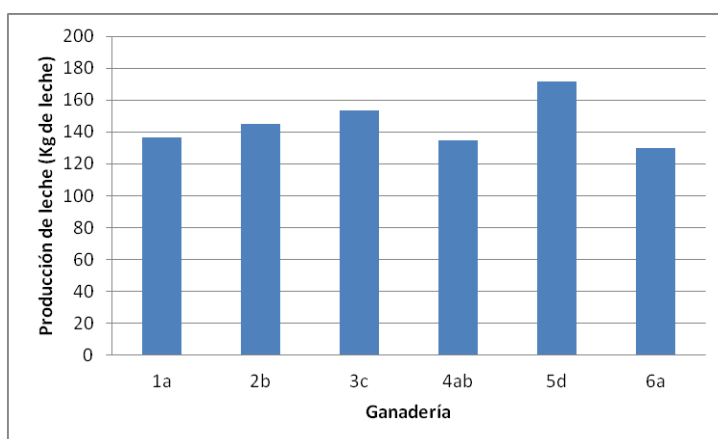
El manejo de la ganadería tiene una gran influencia en la calidad bioquímica de la leche, sobre todo por la influencia de la alimentación de las ovejas de ordeño (Bocquier y Caja, 2001; Pulina y cols., 2006), el empleo de ordeño mecánico o manual (Perez y cols., 1983; Arias y cols, 2005), la rutina de ordeño, o los intervalos entre ordeños van a determinar las diferencias en la composición de la leche (Fernández y Torres, 1994; Molina y Gallego, 1994).

#### *5.2.1.1.- Ganadería y producción de leche:*

La figura 4 muestra los valores medios de la producción de leche y su variación respecto a las diferentes ganaderías. En ella se observan diferencias altamente significativas entre ganaderías. Los valores medios oscilan entre un máximo 171,8kg de leche para la ganadería 5 y un mínimo de 129,6kg de leche para la ganadería 6.

Esta diferencia de valores entre ganaderías se podría deber a diferentes factores fisiológicos (edad y parto, nº de crías, estado de lactación y estado sanitario), a las técnicas e intervalo de ordeño y al manejo del rebaño (Bencini y Pulina, 1997)

Figura 4: Producción de leche en diferentes ganaderías.

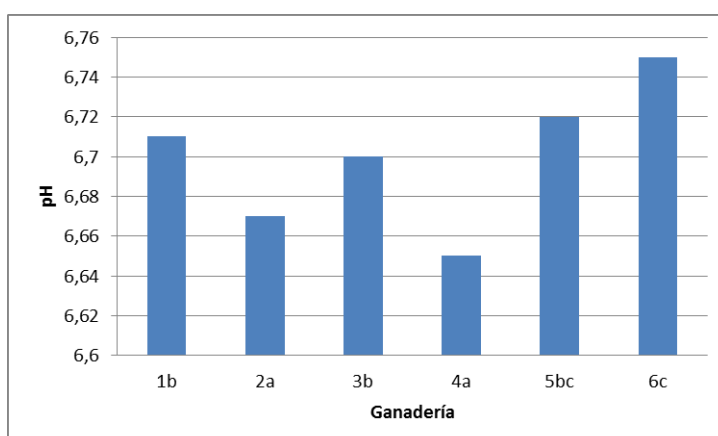


*a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

### 5.2.1.2.- Ganadería y pH:

El valor de pH entre rebaños oscila entre 6,75 de la ganadería 6 y el 6,65 de la ganadería 4, siendo estas diferencias altamente significativas (figura 5). Otros autores, como González (1991) y Serrano (1999) observaron valores de pH, en oveja Merina, superiores a los expuestos en este estudio (entre 6,75 y el 6,88); además, este mismo autor apenas encontró diferencias significativas en el estudio de sus ganaderías. Recientemente, Matutinovic (2011), no encontró correlación entre diferentes ganaderías y el pH para ovejas autóctonas del área mediterránea.

Figura 5: Valor medio de pH en diferentes ganaderías.

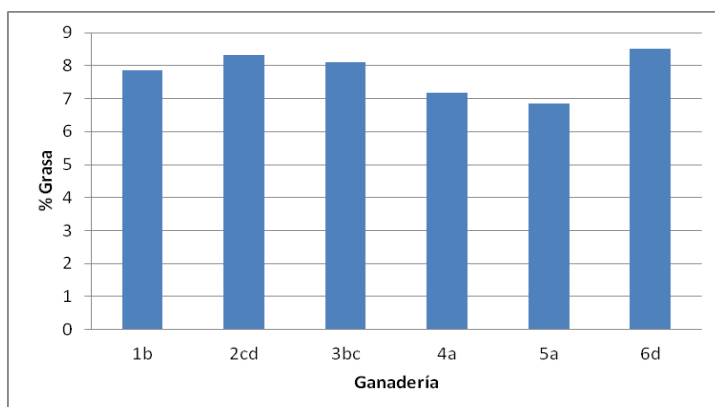


*a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

### 5.2.1.3.- Ganadería y composición físico-química:

Las características físico-químicas de la leche de oveja Merina de Grazalema presentan diferencias significativas entre diferentes ganaderías (figuras 6, 7, 8, 9 y 10).

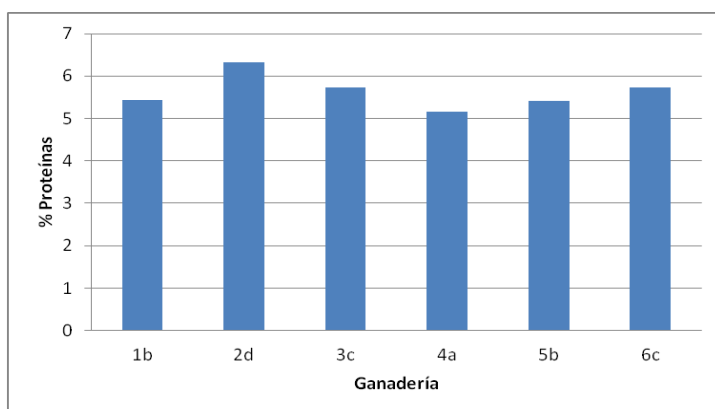
Figura 6: Valor medio de grasa en diferentes ganaderías.



*a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

El porcentaje graso en todas las ganaderías es superior al observado por Serrano (1999) para raza Merina (5,86-6,8); dentro de ellas destaca la ganadería 6 con un mayor porcentaje graso, y las ganaderías 4 y 5 con un menor porcentaje (figura 6).

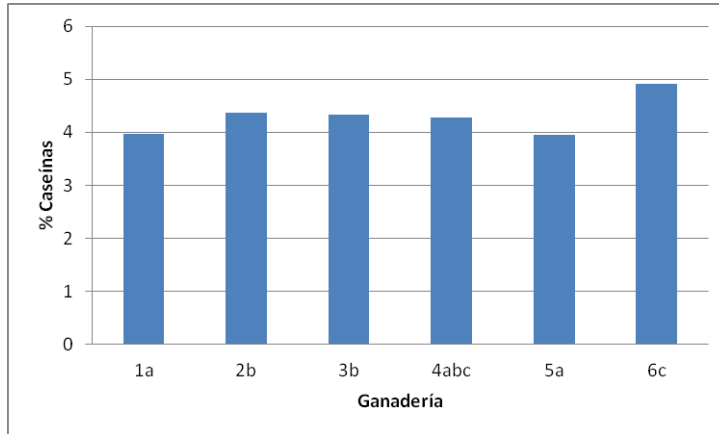
Figura 7: Valor medio de proteínas en diferentes ganaderías.



*a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

El porcentaje proteico es mayor en la ganadería 2 y menor en la 4 (figura 7) apareciendo diferencias significativas entre ganaderías, al igual que lo observado por Serrano (1999), en ganaderías de raza Merina de los Pedroches.

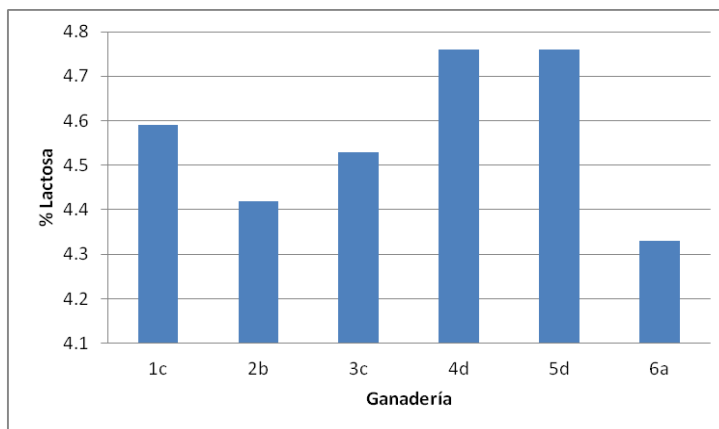
Figura 8: Valor medio de caseínas en diferentes ganaderías.



*a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

Para el porcentaje de caseínas, se contempla una diferencia significativa entre ganaderías, correspondiendo la cifra mayor a la ganadería 6 y la menor en la 1 y 5 (figura 8). Sin embargo, Matutinovic (2011), no encontró diferencias significativas del % de caseínas en diferentes ganaderías para una raza autóctona del sur de Croacia (Dalmatian Pramenka).

Figura 9: Valor medio de lactosa en diferentes ganaderías.

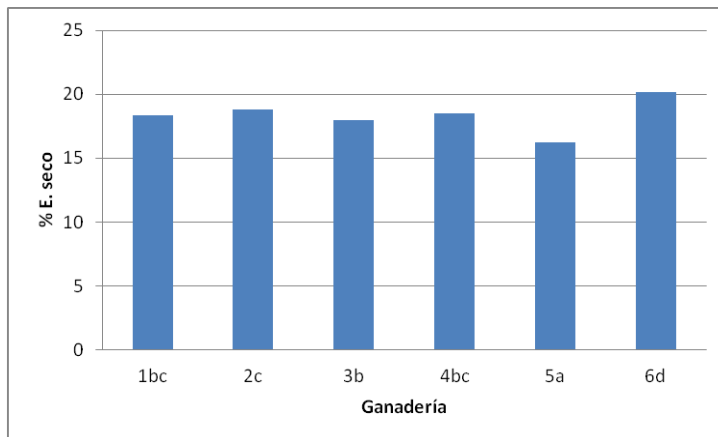


*a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*



En la figura 9, se observa que la cifra máxima de lactosa corresponde a las ganaderías 4 y 5; y la mínima a la ganadería 6. Estos porcentajes medios en las diferentes ganaderías son menores a los observados por Serrano (1999), para oveja Merina (5,36-6,22).

*Figura 10: Valor medio de extracto seco en diferentes ganaderías.*



*a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

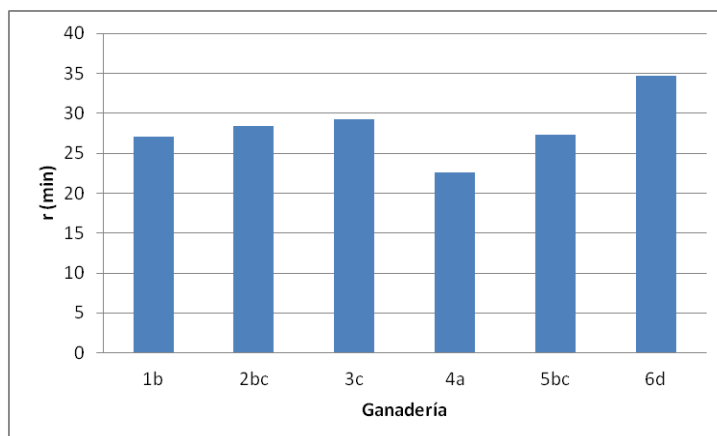
En la figura 10, se contempla que la mayor cifra de extracto seco corresponde a la ganadería 6 y el menor a la 5, apareciendo diferencias significativas entre ganaderías. Este hecho también fue publicado por Serrano (1999), en ganaderías de raza Merina de los Pedroches.

A partir de estos resultados se aprecia que las ganaderías que tienen mejores resultados físicos-químicos para proteínas, caseínas y grasa tienen peores resultados para la lactosa (ganaderías 2, 3, y 6). Esta circunstancia también fue expuesta por Molina (1987), Fuertes y cols. (1998) y Serrano (1999). Esta relación inversa entre el contenido en lactosa y el resto de componentes de la leche es debida a que la síntesis de la lactosa en el lactocito es el principal regulador del contenido de agua en la leche, por lo tanto al aumentar su contenido se diluye el porcentaje en proteína y grasa (Jennes, 1985).

A la vista de los resultados obtenidos, y de acuerdo con Arias (2009), la ganadería es el factor que afecta en mayor medida a la composición físico-química de la leche.

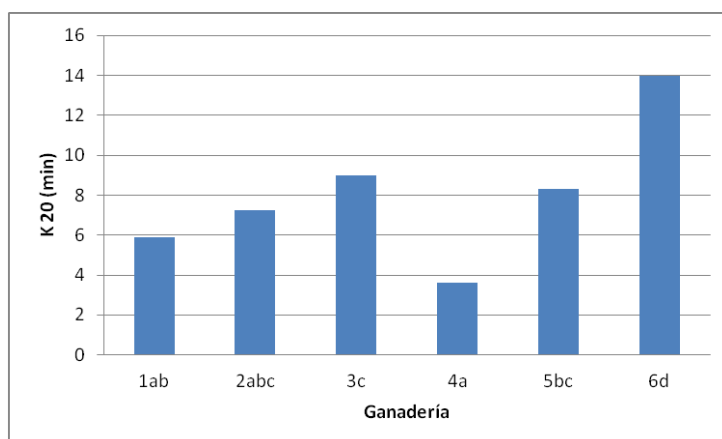
#### 5.2.1.4.- Ganadería y parámetros tecnológicos:

Figura 11: Valor medio de  $r$  en diferentes ganaderías.



*a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

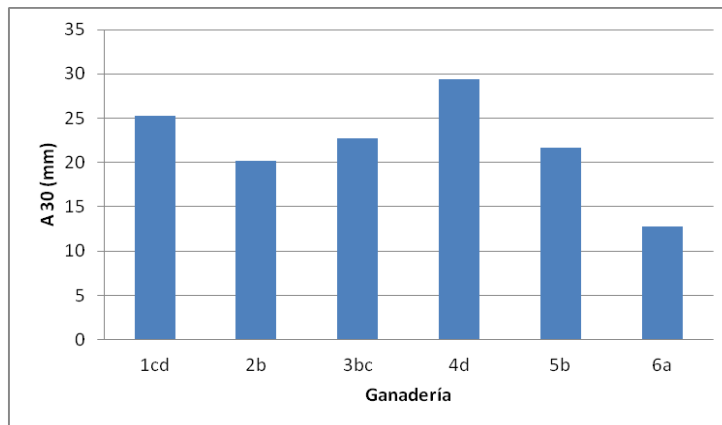
Figura 12: Valor medio de  $K_{20}$  en diferentes ganaderías.



*a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

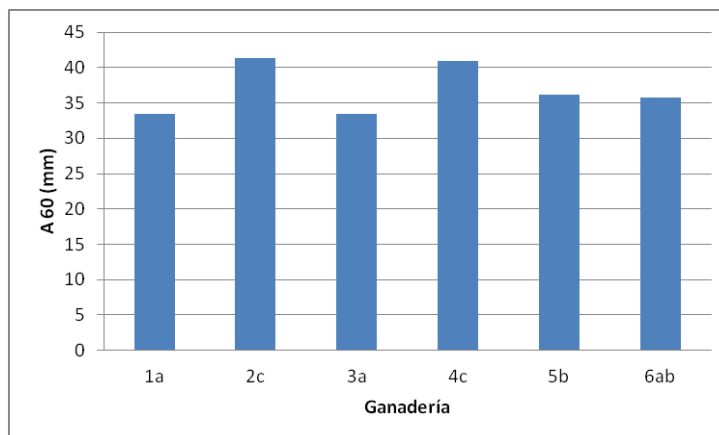
Las diferentes ganaderías presentan correlaciones altamente significativas respecto a los parámetros de aptitud tecnológica. Las muestras de leche de la ganadería 4 presentan los mejores parámetros de aptitud tecnológica (valores de  $r$  y  $K_{20}$  bajos y  $A_{30}$  y  $A_{60}$  altos), mientras que la ganadería 6 se sitúa en el extremo opuesto (figuras 11, 12, 13 y 14) esta ganadería a su vez va a presentar una mayor cifra de SRCS.

Figura 13: Valor medio de  $A_{30}$  en diferentes ganaderías.



*a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes*

Figura 14: Valor medio de  $A_{60}$  en diferentes ganaderías.

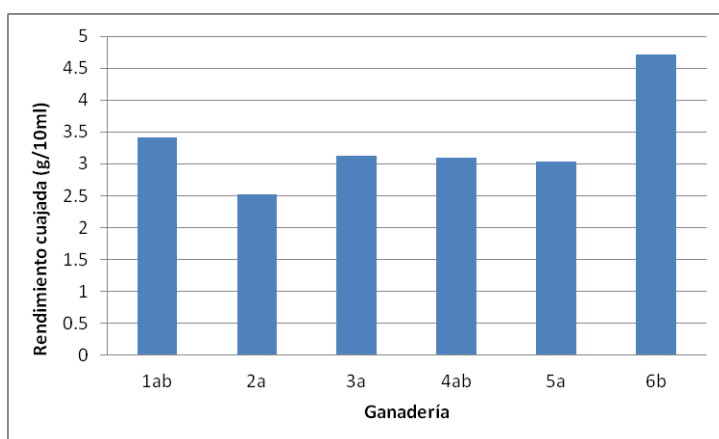


*a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

Varios autores (Duranti y Casoli, 1991; Pirisi y cols., 1996, 2000; Pellegrini y cols., 1997; Nudda y cols., 2001; Albenzio y cols., 2004, 2005; y Revilla y cols., 2007) consideran que los elevados recuentos de células somáticas inciden negativamente en los parámetros tecnológicos, hecho que se corrobora en el presente estudio.

Estas diferencias significativas entre rebaños también fueron observadas por Serrano (1999) en ganaderías de raza Merina de los Pedroches.

Figura 15: Valor medio del rendimiento de la cuajada en diferentes ganaderías.



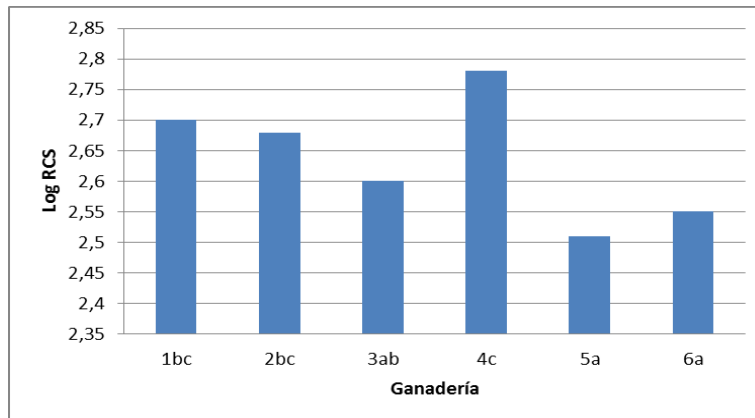
*a y b indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

Para el rendimiento de la cuajada, al igual que Serrano (1999), también se han encontrado diferencias significativas, destacando la ganadería 6 con el valor más elevado (figura 15), esta ganadería presenta también el valor de SRCS más alto. Rogers y Mitchell (1994), justificaban este hecho debido al incremento de la humedad atrapada en la cuajada: cuando la leche tiene un alto contenido de células somáticas, esta humedad distorsiona el cálculo.

#### 5.2.1.5.- Ganadería y SRCS:

EL SRCS presenta diferencias significativas entre ganaderías (figura 16). Las ganaderías 4 y 5 son las que presentan un menor SRCS y la ganadería 6 la que más. Esta cifra elevada en el SRCS podría estar relacionada con el estado sanitario de los animales y con la aparición de mamitis subclínicas (Serrano, 1999). La ganadería 6 tendría una mayor probabilidad de presentar un porcentaje más alto de mamitis subclínica y la ganadería 4 la que menos.

Figura 16: Valor medio del SRCS en diferentes ganaderías.



*a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

A partir de lo expuesto, se observa que las ganaderías que tienen mejores cifras para los parámetros tecnológicos presentan, a su vez, mejor resultado para el SRCS (ganadería 4), y la que presenta peores características tecnológicas tienen peores cifras del SRCS (ganadería 6).

Varios autores, Grufferty y Fox (1988), Fox (1991, 1992), Barbano y col. (1991) y Baldi y col. (1996) han estudiado el efecto de la plasmina, que es la principal proteasa nativa de la leche. Barbano y col. (1991) observaron que las células somáticas aisladas a partir de leche bovina con elevados RCS ( $1 \times 10^6$  células somáticas/ml) contenían niveles significativos del activador del plasminógeno. Un incremento en la concentración de células somáticas en la leche durante la mastitis subclínica puede convertir cantidades significativas de plasminógeno en plasmina tanto en la ubre antes del ordeño, como en la elaboración quesera. Así, las propiedades queseras de la leche pueden verse afectadas adversamente por la acción de la plasmina, la cual también tiene un papel importante en la maduración del queso. Esto hecho justificaría los resultados obtenidos en el presente estudio.

En resumen, si analizamos estos resultados, se observa que la ganadería 6 presenta peores parámetros tecnológicos y sanitarios, pero a su vez muestra un mayor rendimiento en cuajada. Serrano (1999) justificaba este hecho por la mayor calidad química de la leche correspondiente a la ganadería de su estudio que presentaba un mayor RCS, siendo esta ganadería la que mostraba peores parámetros tecnológicos; en nuestro caso, también ocurre esta circunstancia, ya que la ganadería 6 (mayor rendimiento) tiene buenos porcentajes físico-químicos y un SRCS alto. Según Arias (2009), el mayor rendimiento en cuajada también puede deberse a una mayor concentración de agua, debido a un peor desuerado de la cuajada, producido por un elevado SRCS.

En el extremo opuesto encontramos a la ganadería 4 es la que presenta un menor SRCS, un menor pH, y mejores parámetros tecnológicos, sin embargo presenta un porcentaje graso, proteico, y caseínico más bajo que la ganadería con mayor SRCS.

El alto contenido del recuento de células somáticas puede justificar estos resultados. Es bien sabido que altos RCS, reducen la producción y aumentan la alcalinidad del pH, a su vez este pH afectará negativamente a los parámetros tecnológicos. Shamay y col. (2000) observaron que este aumento RCS afecta a la secreción de lactosa, reduciéndola, debido al bloqueo de los canales de potasio en las membranas apicales del tejido epitelial (Silanikove y col., 2000), esto se traduce en un incremento de la grasa y proteínas.

Como conclusión se observa la importancia del control del RCS por parte del ganadero, ya que este va a ejercer una gran influencia en los diferentes parámetros tecnológicos y en la producción lechera. Las ganaderías que poseen peores resultados del SRCS, tendrán una menor producción y una menor capacidad para realizar mejores quesos. Esto repercutirá en la economía del ganadero. En este aspecto negativo destaca la ganadería 6.

### 5.2.2.- Nº DE LACTACIÓN:

Generalmente la edad de la oveja se expresa por el número de partos o de lactaciones (Serrano, 1999). El número de lactación va a afectar a la cantidad de leche ordeñada, al pH, a la composición físico-química, a los parámetros tecnológicos y al recuento de células somáticas.

#### *5.2.2.1.- Nº de lactación y producción de leche:*

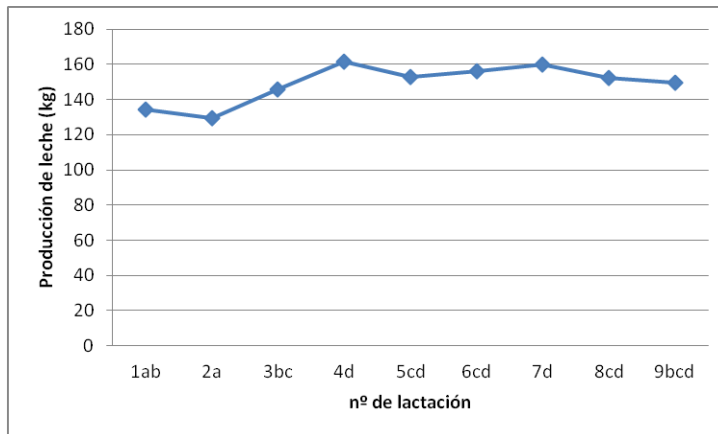
El número de lactación afecta significativamente a la producción de leche. En la figura 17 se observa que en las dos primeras lactaciones se produce una cantidad inferior de leche, aumentando considerablemente en la 4ª lactación y descendiendo bruscamente en la 5ª, recuperándose en la 6ª y 7ª lactación, y descendiendo de nuevo hasta la 9ª lactación. Estos resultados coinciden con los observados por Serrano, 1999; excepto en la 7ª lactación, en la que, según este autor, empezaba a producirse el descenso paulatino hasta la última lactación y en la 9ª donde observo un nuevo aumento.

Lurueña (2010) mostró una influencia notable del nº de lactación sobre la producción de leche, especialmente durante los primeros años de vida del animal. Este autor observó que a partir de la tercera o cuarta lactación se presenta una estabilización e incluso un descenso en la producción.

A pesar de ello, Palacios (2008) manifestó que este factor parece no presentar un efecto significativo sobre la composición de la leche.

Estas producciones más bajas en las dos primeras lactaciones y el aumento de forma considerable hasta la 4ª lactación, podrían deberse a que la ubre necesita un período mínimo para madurar, y a partir de este tiempo alcanza su estado óptimo consiguiendo así las mejores producciones. El máximo estado de maduración de la ubre estaría comprendido, para esta raza, entre la 4ª y 7ª lactación, a partir del cual se va produciendo un deterioro cada vez mayor, bajando el nivel productivo de forma paulatina. Este hecho fue observado por Rovai (2001), el cual mostró que las medidas morfológicas mamarias aumentan su valor medio con la edad de la oveja, a medida que lo hace su grado de madurez, alcanzando valores máximos en la 3ª ó 4ª lactación para ovejas de raza Manchega y Lacaune; además ambas razas presentan correlaciones significativas entre la producción y los caracteres morfológicos, siendo el principal el tamaño de la ubre.

Figura 17: Producción de leche (Kg) en las diferentes lactaciones.



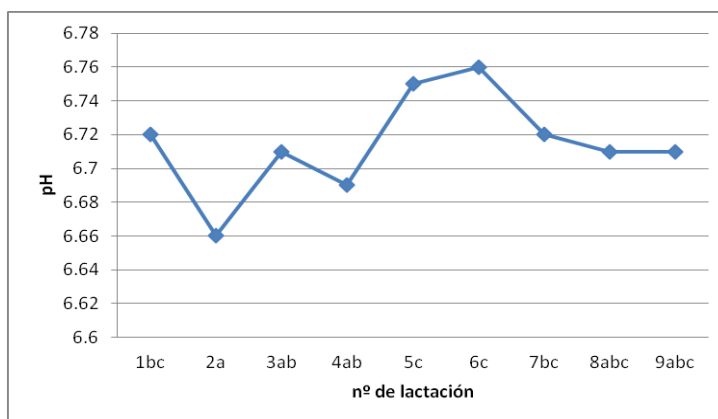
a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.

### 5.3.2.2.- Nº de lactación y pH.

En la figura 18, se observan diferencias significativas entre el pH y el nº de lactación. El pH presenta el valor más ácido en la 2ª lactación. Este valor irá subiendo paulatinamente hasta la 6ª lactación, a partir de la cual descenderá y se mantendrá estable hasta la 9ª. Otros autores como Garzón (1996) y Serrano (1999), observaron que el valor de pH más ácido también aparecía en la 2ª lactación y a partir de ésta los valores de pH se irían incrementando de forma continuada. Sin embargo Jaramillo (2007) no encontró diferencias significativas.

En este estudio las cifras de pH más ácido coinciden con las cifras de menor producción (2ª lactación), mientras que el más alcalino corresponde a la 6ª lactación donde la producción es media-alta.

Figura 18: Valor medio del pH en las diferentes lactaciones.



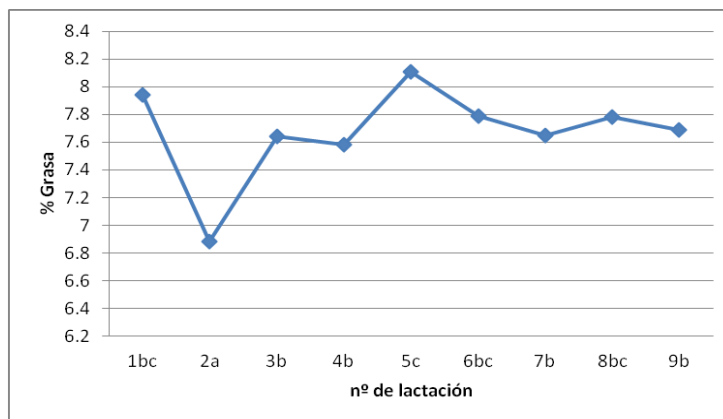
a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.



### 5.2.2.3.- N° de lactación y composición físico-química:

En este estudio observamos diferencias significativas en los parámetros físico-químicos de la leche entre las distintas lactaciones (figuras 19, 20, 21, 22 y 23). Estos resultados difieren, en parte, con los publicados por otros autores como Garzón (1996), y Serrano (1999), que manifestaron que no existen diferencias significativas para el porcentaje graso, pero sí con respecto a proteínas, caseínas, lactosa y extracto seco.

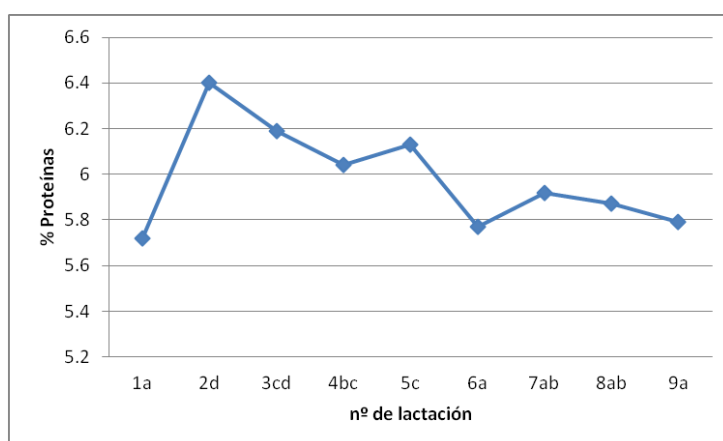
Figura 19: Valor medio de grasa en las lactaciones.



*a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

Diversos autores como Casoli y col. (1989), Pulina y col. (1990); Pugliese y col. (2000) y Jaramillo (2007) observaron que, a partir de la 2ª - 3ª lactación, el porcentaje graso aumenta. Estos resultados no coinciden con los plasmados en la figura 19, donde aparece un mayor porcentaje graso en la 5ª y, a partir de esta lactación, disminuye esta cantidad y se mantiene estable hasta la 9ª. Algo parecido fue observado por Izquierdo (2004) pero el pico máximo de grasa se alcanzaba en la 3ª.

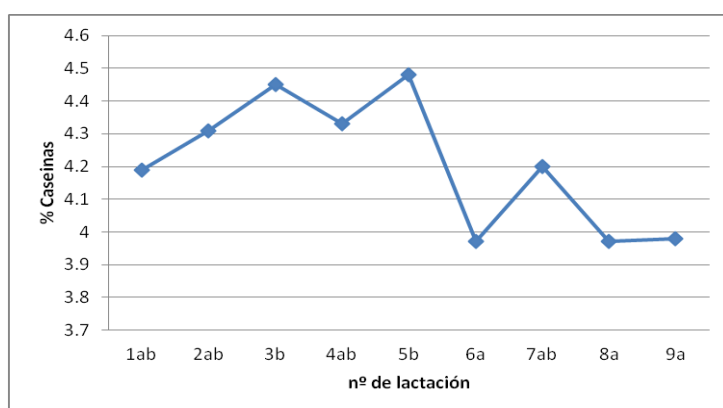
Figura 20: Valor medio de proteínas en las lactaciones.



a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.

El porcentaje proteico presenta un valor máximo en la 2ª lactación y a partir de esta disminuye de forma gradual (figura 20). Resultados similares fueron observados por Izquierdo (2004), pero la cifra máxima se alcanzaba en la 3ª. Contrario a estos resultados fueron los observados por Casoli y col. (1989), Pulina y col. (1990), Serrano (1999), Pugliese y col. (2000), y Jaramillo (2007); que señalaron que el porcentaje proteico se incrementa a lo largo de la vida productiva de la oveja.

Figura 21: Valor medio de caseínas en las lactaciones.

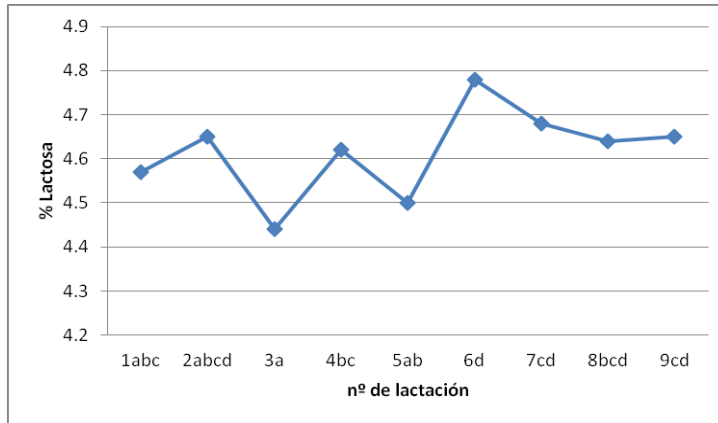


a y b indican grupos homogéneos significativamente diferentes.

En cuanto a las caseínas, se observa que no existen grandes diferencias entre lactaciones, aunque cabe destacar que el porcentaje máximo de caseínas corresponde a la 3ª y 5ª y un mínimo en la 6ª, 8ª y 9ª (figura 21). Estos resultados no coinciden con

el observado por Jaramillo (2007), donde el porcentaje de caseínas aumentó con el período de ordeño.

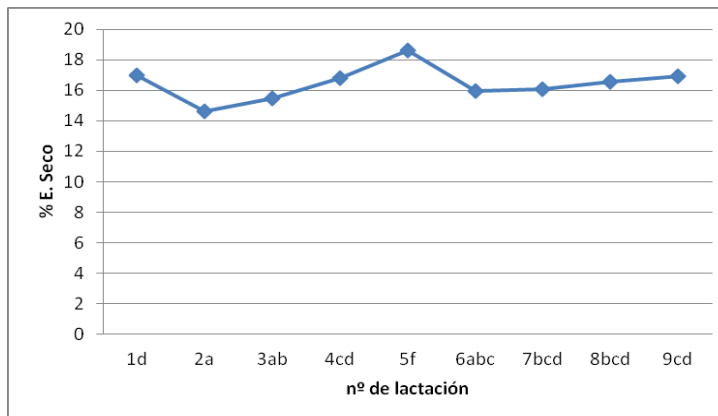
Figura 22: Valor medio de lactosa en las lactaciones.



a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.

La lactosa presenta una evolución en diente de sierra desde la 1ª lactación hasta la 6ª, alcanzando en ésta el valor máximo y, a partir de la 7ª se mantendrá estable (figura 22). Para Izquierdo (2004) el pico máximo de lactosa se alcanza en la 3ª. Casoli y col. (1989), y Pulina y col. (1990), para diferentes razas europeas y Serrano (1999) para la raza Merina, indicaron que el porcentaje en lactosa presenta una evolución paralela a la producción de leche. Este hecho no ha sido observado en el presente estudio, ni tampoco fue observado por Izquierdo (2004).

Figura 23: Valor medio de extracto seco en las diferentes lactaciones.



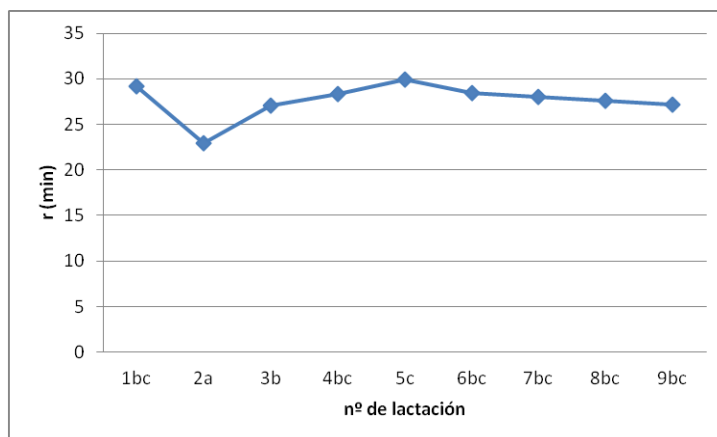
a, b, c, d y f indican grupos homogéneos significativamente diferentes.

El extracto seco presenta un nivel máximo en la 5ª lactación y un mínimo en la 2ª (figura 23). Para Arias (2009), el pico máximo de extracto seco se alcanza en la 6ª, al igual que para Serrano (1999). En las diferentes lactaciones el extracto seco no sigue una relación directa con las proteínas; este resultado es opuesto al obtenido por Serrano (1999), el cual indicó que existe una relación paralelamente directa entre el extracto seco y las proteínas en las diferentes lactaciones. Buxade (1997) publicó que el extracto seco está compuesto mayoritariamente por el porcentaje graso, y en menor medida el porcentaje proteico y por la lactosa. Este hecho podría explicar esta diferencia de resultados ya que en este estudio la 5ª lactación presenta un nivel máximo de extracto seco y la 2ª un nivel mínimo, a su vez el porcentaje graso máximo corresponde a la 5ª lactación y el mínimo a la 2ª.

En resumen, según los resultados obtenidos, la 2ª lactación es la que presenta un porcentaje graso y de extracto seco menor, mientras que el porcentaje proteico es mayor. Sin embargo la 5ª lactación presenta un porcentaje mayor de grasa, caseínas y extracto seco, mientras que el porcentaje proteico tiene un valor medio. Además, a partir de la 5ª lactación se produce un descenso importante tanto del porcentaje graso, como proteico y caseínico.

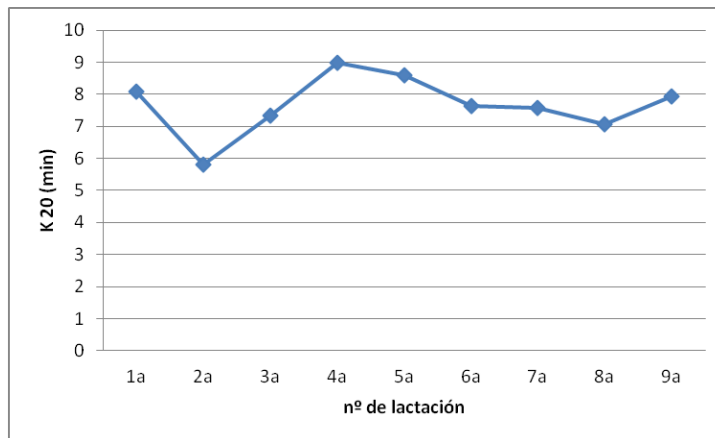
#### 5.2.2.4.- N° de lactación y parámetros tecnológicos:

Figura 24: Valor medio de r en las diferentes lactaciones.



a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.

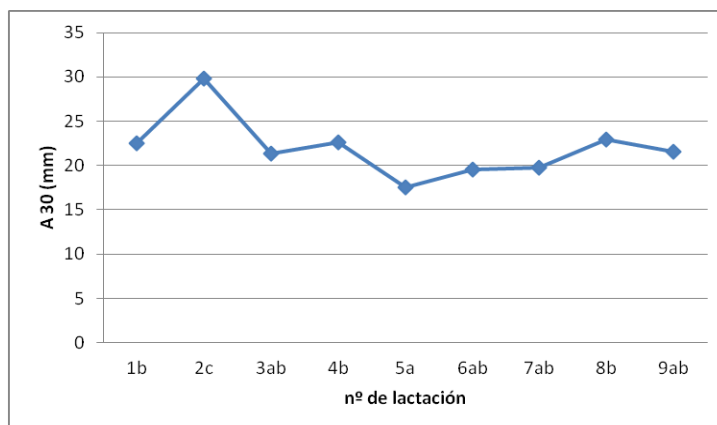
Figura 25: Valor medio de  $K_{20}$  en las diferentes lactaciones.



a: No existen diferencias significativas

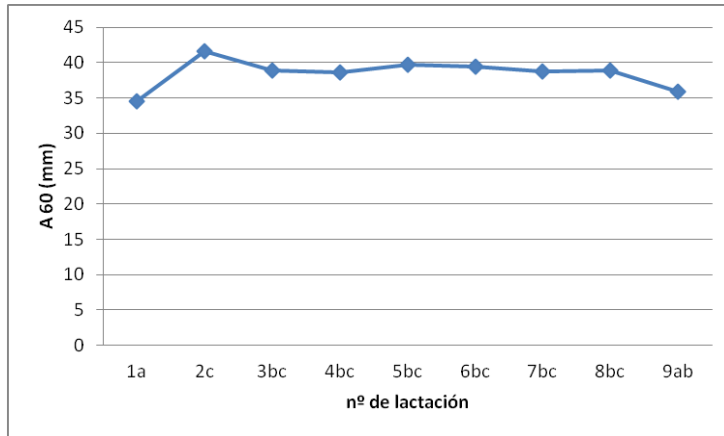
Los parámetros tecnológicos presentan diferencias significativas con el nº de lactación, excepto  $K_{20}$  (figuras 24, 25, 26 y 27). Martínez y col. (1993) señalaron diferencias significativas entre todos los parámetros tecnológicos, mientras que Serrano (1999), observó que existían diferencias significativas en todos estos parámetros menos en  $A_{60}$ . Otros autores como Pellegrini y col. (1997), y Jaramillo (2007), mostraron que el número de parto no afecta significativamente a las propiedades de coagulación.

Figura 26: Valor medio de  $A_{30}$  en las diferentes lactaciones.



a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.

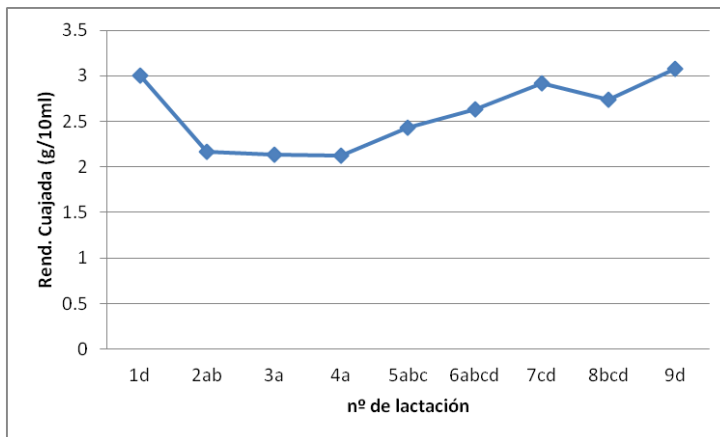
Figura 27: Valor medio de  $A_{60}$  en las diferentes lactaciones.



*a, b y c indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

La 2ª lactación es la que presenta mejores parámetros de aptitud tecnológica y, a partir de esta, las siguientes lactaciones presentarán resultados más desfavorables (figura 24, 25, 26 y 27). A su vez, esta lactación es la que presenta un pH más ácido y una producción más baja. Estos resultados coinciden con los publicados por Garzón (1996), y Serrano (1999), excepto para la 4ª lactación, donde encontraron, al igual que para la 2ª, unos índices tecnológicos favorables. Martínez y col. (1993) publicaron que los mejores parámetros tecnológicos aparecían en la 1ª lactación siendo más desfavorables en la 3ª, 4ª, y 5ª lactación.

Figura 28: Valor medio del rendimiento de la cuajada en las diferentes lactaciones.



*a, b, c y d indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

El rendimiento en cuajada presenta diferencias significativas entre las distintas lactaciones (figura 28). La 2ª, 3ª y 4ª lactación presentan un rendimiento menor que el resto y, a partir de esta última, se produce un incremento hasta la 9ª. Sin embargo, Serrano (1999), no observó diferencias significativas para este parámetro.

En resumen, a la vista de los resultados obtenidos, se observa que la 2ª lactación es la que presenta un menor tiempo de coagulación y una menor velocidad de endurecimiento mientras que, a su vez, presenta una dureza media y máxima de la cuajada alta. En el sentido opuesto encontramos la 5ª lactación que presenta un tiempo de coagulación y una velocidad de endurecimiento mayor, a la vez que una dureza media menor.

Sin embargo, el rendimiento en cuajada presenta las mejores cifras en la 1ª y en las últimas lactaciones (a partir de la 6ª).

#### 5.2.2.5.- Nº de lactación y SRCS.

Figura 29: Valor medio del SRCS en diferentes lactaciones.



*a y b indican grupos homogéneos significativamente diferentes.*

El SRCS presenta diferencias significativas entre las distintas lactaciones (figura 32), de acuerdo con este resultado se encuentran Paape y col. (2007) y Arias y col. (2009, 2010 y 2012) que señalaron que la edad de la oveja influye sobre el recuento de células somáticas. Contrarios a estos resultados fueron los publicados por otros autores como Serrano (1999) y Jaramillo (2007), que afirmaron que no existían diferencias significativas entre lactaciones.

En la figura 29, se observa que en la 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup> lactación aparecen los valores más bajos de SRCS, y los valores más altos corresponden a la 1<sup>a</sup> lactación. A partir de la 6<sup>a</sup> se produce un aumento del SRCS que posiblemente sea debido al deterioro de la ubre conforme avanza su edad (Arias y col, 2010), y que también se puede atribuir a un incremento en la prevalencia IMI y a una disminución de la producción de leche en animales a medida que aumenta la edad del animal (Arias y col., 2012).

En resumen, la 2<sup>a</sup> lactación es la que presenta mejores parámetros tecnológicos, un menor rendimiento en cuajada y un pH inferior, a la vez que un SRCS bajo. Esto puede deberse, como se ha descrito anteriormente, a la influencia del recuento de células somáticas sobre estos parámetros.

También se ha observado, en este estudio, que el porcentaje proteico, graso y de caseínas no aumenta progresivamente con el n° de lactación (como afirman Pugliese y col. (2000), y Jaramillo (2007)). Todo lo contrario, a partir de la 5<sup>a</sup> lactación se produce una disminución de estos componentes. Esto se podría deber a que a partir de esta lactación se empieza a deteriorar la ubre, disminuyendo así la producción de estos componentes (Rovai, 2001). Este fenómeno se puede relacionar también con la disminución del porcentaje en lactosa a partir de la 6<sup>a</sup> lactación, ya que con el deterioro de la salud de la ubre del animal y de su función secretora (Bianchi y col., 2004), se produce una sustitución progresiva de la lactosa por otros componentes osmóticos activos en la leche como son los cloruros (Albenzio y col., 2004)

A su vez, se ha contemplado que las cifras más altas del rendimiento quesero (1<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> y 9<sup>a</sup> lactación) podrían estar relacionadas con un mayor SRCS. Algunos autores como Rogers y Mitchell (1994) apoyaban este hecho basándose en que el aumento del RCS puede producir una mayor retención de la humedad de la cuajada y esta elevación de humedad distorsionaría el valor del rendimiento quesero.



### 5.3- CORRELACIONES.

Para comparar los diferentes parámetros se ha utilizado la correlación lineal de Pearson. De esta forma se muestra la relación existente entre dos variables, así como su fuerza y sentido.

En la tabla 13 se exponen todas las correlaciones obtenidas entre los distintos parámetros para la leche de oveja Merina de Grazalema.

#### 5.3.1.- PRODUCCIÓN.

##### *5.3.1.1.- Producción y composición físico-química.*

La correlación existente entre la producción y la composición láctea presenta valores muy similares a los obtenidos por otros autores (González y col., 1995; Garzón, 1996; Serrano, 1999; y Lurueña, 2010). Tanto el porcentaje graso como el porcentaje proteico evolucionan inversamente a la cantidad de leche ordeñada. Esto es debido a la concentración de los componentes proteico y graso al final de la lactación (Jaramillo, 2007). Sin embargo, para la lactosa, esta relación es significativamente positiva con la cantidad de leche. Este resultado coincide con distintos trabajos que indican que la lactosa presenta una evolución paralela a la producción láctea (Molina, 1987; Garzón, 1996; y Serrano 1999).

Para las caseínas y para el extracto seco no se obtiene una correlación significativa, lo que difiere en parte con lo publicado por Serrano (1999), que observó una correlación negativa entre la producción de leche y las caseínas.

Si observamos la razón “caseínas/proteínas” en relación a la cantidad de leche ordeñada, aparece una correlación positiva (tabla 13). A partir de este resultado podemos percibir que el descenso de proteína total no se produce por pérdida de caseínas, sino por un aumento de la concentración de proteínas en el suero.

Tabla 13: Correlaciones de los distintos parámetros:

	Leche	PH	r	k <sub>20</sub>	A <sub>30</sub>	A <sub>60</sub>	Rend. Cuajada	Grasa	Proteína	Caseína	Lactosa	Extracto Seco	SRCS
r	-0,013	0,360(**)											
k <sub>20</sub>	-0,027	0,109(**)	0,434(**)										
A <sub>30</sub>	0,007	-0,291(**)	-0,795(**)	-0,312(**)									
A <sub>60</sub>	0,036	-0,055(*)	-0,145(**)	-0,324(**)	-0,017								
Rend. Cuajada	0,011	0,120(**)	0,183(**)	0,009	-0,101(**)	0,036							
Grasa	-0,168(**)	-0,132(**)	0,212(**)	0,073(**)	-0,150(**)	0,028	0,185(**)						
Proteínas	-0,195(**)	-0,068(**)	0,050	0,080(**)	-0,033	0,138(**)	0,045	0,422(**)					
Caseínas	0,049	-0,113(**)	0,062	0,020	-0,012	0,116(**)	-0,024	0,105(**)	0,216(**)				
Lactosa	0,177(**)	0,115(**)	-0,381(**)	-0,159(**)	0,323(**)	0,017	-0,133(**)	-0,669(**)	-0,423(**)	-0,161(**)			
Extracto Seco	0,059	-0,208(**)	0,124(**)	0,032	-0,034	-0,001	0,284(**)	0,638(**)	0,278(**)	0,116(**)	-0,652(**)		
SRCS	-0,248(**)	0,067(*)	0,108(**)	0,086(**)	-0,111(**)	0,061	-0,002	0,078(*)	-0,136(**)	-0,128(**)	-0,243(**)	0,065	
k <sub>20</sub> + r	-0,023	0,281(**)	0,857(**)	0,837(**)	-0,663(**)	-0,274(**)	0,116(**)	0,172(**)	0,076(**)	0,050	-0,314(**)	0,091(**)	0,051
Caseínas /Proteínas	0,173(**)	-0,065(*)	0,136(**)	0,076(*)	-0,072(*)	-0,101(**)	-0,039	-0,024	-0,258(**)	0,900(**)	0,010	0,043	-0,120(**)

Fuente: elaboración propia

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

### *5.3.1.2.- Producción y parámetros tecnológicos.*

Existen pocos estudios que relacionen la cantidad de leche ordeñada con los parámetros tecnológicos, y entre los publicados existen resultados contradictorios (Garzón, 1996, y Serrano, 1999).

Para  $r$  y  $k_{20}$  no se han encontrado diferencias significativas. Nuestro resultado difiere del publicado por Garzón (1996) para oveja Manchega. Este autor observó diferencias significativas negativas entre la producción y estos parámetros tecnológicos, al contrario que Serrano (1999) para Merina de los Pedroches, que señaló diferencias significativas positivas.

Con respecto a la relación entre la dureza media y la cantidad de leche no se contemplan diferencias significativas en el presente estudio (tabla 13). Resultados similares a estos fueron obtenidos por Garzón (1996). Sin embargo difieren con el publicado por Serrano (1999), Este autor encontró una correlación significativa positiva entre la cantidad de leche y la dureza media.

Para la dureza máxima, al igual que para la dureza media, no se observan diferencias significativas con la producción en este estudio. Este resultado es similar al publicado por Garzón (1996) y Serrano (1999).

Esta diferencia de resultados podría deberse a que existen otros parámetros lácteos como la composición, el pH y el SRCS que tienen una influencia significativa alta ( $p < 0,01$ ) sobre las propiedades de coagulación (tabla 13).

No se ha observado una correlación significativa entre el rendimiento en cuajada y la producción de leche (tabla 13), resultado que coincide con el mostrado por Garzón (1996) y que difiere con Serrano (1999), que señala una correlación baja ( $p < 0,05$ ) y negativa entre ambos parámetros.

### *5.3.1.3.- Producción y SRCS*

Respecto a la relación existente entre la cantidad de leche y el SRCS se observa una correlación significativa negativa alta ( $p < 0,01$ ) (tabla 13). Este resultado coincide con los mostrados por distintos investigadores (Gonzalo y col., 1994 y 1998; Fuertes, 1998; Barillet y col. 2001; y Lurueña, 2010) y difiere con el obtenido por Serrano (1999), que no encontró correlación entre ambos factores.

El descenso de la producción láctea se podría explicar por la presencia de infecciones intramamarias, las cuales producen una degradación de las caseínas por la activación de la plasmina, principal enzima proteolítica de la leche (Leitner y cols., 2004), estos productos de la degradación de las proteínas contienen péptidos activos

que provocan una caída del proceso de secreción y producción de leche (Silanikove y cols., 2006).

En resumen, en este estudio se observa que el aumento de la producción lechera presenta una influencia negativa sobre la grasa y las proteínas, que posiblemente sea debida a la dilución de estos componentes (Palacios, 2008).

También se contempla que la leche ordeñada se relaciona de forma inversa con el SRCS, de manera que ovejas con alto SRCS tienden a presentar una producción lechera más baja. Palacios (2008) publica que esta circunstancia es debida a un efecto de dilución y también a un manejo más cualificado.

Sin embargo, en el presente estudio no se observa una relación significativa entre la cantidad de leche ordeñada y los parámetros tecnológicos.

### 5.3.2.- PH.

#### *5.3.2.1.- PH y composición físico- química.*

Según los resultados obtenidos el pH presenta una correlación negativa alta ( $p < 0,01$ ) con la grasa, las proteínas, las caseínas y el extracto seco (tabla 13) y positiva con la lactosa.

La correlación negativa del pH con la grasa también fue observada por Serrano (1999). Sin embargo, Lurueña (2010) muestra que no existe una correlación significativa.

Para la proteína total, se encuentra una correlación negativa entre esta y el pH. Este resultado difiere del publicado por Serrano (1999), el cual observa que no aparece una correlación significativa, y también con el contemplado por Lurueña (2010), que mostró una correlación pero ésta fue positiva.

Respecto a las caseínas, la correlación negativa obtenida en el presente estudio coincide con la señalada por Serrano (1999), pero difiere con el resultado expuesto por Garzón (1996) que no observó diferencias.

La lactosa muestra una correlación significativa positiva y, en la literatura consultada, se ha encontrado que otros autores (Serrano, 1999 y Lurueña, 2010) han observado también una correlación, pero ésta era negativa. Lurueña (2010) lo justifica por una posible influencia del RCS. La disminución de este azúcar en leches con un alto RCS conllevaría una menor formación de ácido láctico por parte de los microorganismos presentes en la leche y, consecuentemente, un pH más elevado; este hecho no se ha observado en este estudio, posiblemente por qué las cifras medias del RCS han sido bastante inferiores a las publicadas por Lurueña (2010).

La estacionalidad en la recogida de muestras podría justificar nuestro resultado ya que fueron recogidas a final de invierno y durante la primavera que, según Caballero (2007), es la época del año donde la concentración de lactosa es mayor y, a su vez, esta época de final de invierno coincide con una cifra mayor de pH (Negrí, 2005), por lo que en los primeros controles tendremos elevados valores de pH y lactosa.

Es decir, que la toma de muestras de este estudio se ha realizado en la época del año donde coinciden los valores más altos de lactosa y pH, según Negrí (2005) y Caballero (2007), mientras que otros autores han realizado su muestreo en otras estaciones del año. Este hecho podría justificar la relación positiva entre el pH y la lactosa en nuestro estudio.

Para el extracto seco, los resultados obtenidos coinciden con los encontrados por Serrano (1999), que describe una relación significativa negativa entre el extracto seco y el pH, este resultado es debido a que tanto el porcentaje graso como proteico (que según Buxadé (1987), son los componentes mayoritarios del extracto seco) guardan una correlación negativa con el pH. Contrario a este resultado es el observado por Lurueña (2010), el cual no encontró una relación significativa entre ambos parámetros; posiblemente se debería a que el porcentaje graso, que como se ha descrito anteriormente es el principal componente del extracto seco según Buxadé (1987), no varió en su estudio con el pH.

### *5.3.2.2.- PH y parámetros tecnológicos.*

El pH mostró correlaciones positivas con el tiempo de coagulación y con la velocidad de endurecimiento y negativas con la firmeza media y máxima de la cuajada (tabla 13). Estos resultados muestran la dependencia de los parámetros de coagulación con respecto al valor de pH, que también ha sido descrita por otros autores (Duranti y Casoli, 1991; Manfredini y col., 1992; y Jaramillo 2007). Además indica que las leches con un pH más alcalino presentan peores propiedades tecnológicas, con lo cual el pH de la leche debe ser tomado en cuenta para la fabricación de quesos (Pirisi, 2007).

La correlación positiva del pH con el tiempo de coagulación y con la velocidad de endurecimiento también ha sido descrita por diferentes autores (Garzón, 1996; Pirisi, 1996; Recio, 1997; Serrano, 1999; Bencini, 2002; y Nájera 2009). Esta elevación del pH dificultaría la formación de la cuajada, aumentando así ambos parámetros.

Para la dureza media y máxima, al igual que para los parámetros anteriores, también existe una concordancia entre nuestro resultado y los publicados por diferentes autores (Garzón, 1996; Pirisi, 1996; Serrano, 1999; Bencini 2002; Jaramillo, 2007 y Nájera 2009) los cuales observaron una correlación negativa entre estos parámetros y el pH. Por lo que el aumento del pH conllevaría a la formación de una cuajada débil.

Al igual que lo encontrado por Garzón (1996), Serrano (1999) y Jaramillo (2007), no se observa una relación significativa entre el pH y el rendimiento quesero.

#### 5.3.2.3.- PH y SRCS:

En la tabla 13, se observa un coeficiente de correlación positivo entre el pH y el SRCS. Este resultado coincide con el mostrado por diversos autores (Serrano, 1999; Pirisi, 2000; Nudda, 2001; Bianchi, 2004; Albenzio, 2004; Revilla, 2007 y Lurueña, 2010).

Esta alcalinización de la leche se puede deber al aumento de iones hidrogeno provocado normalmente por microorganismos o también por procesos enzimáticos (Gómez y col., 1997), todo esto se producirá por el deterioro progresivo de la ubre como consecuencia de un alto RCS (Pirisi y col. 2000).

Es de destacar que al aumentar el SRCS el pH de la leche aumenta, lo que repercute directamente sobre la aptitud de la leche para la coagulación y producción del queso (Arias, 2009).

Esta diferencia de resultados obtenidos por diferentes autores entre el pH y los distintos parámetros físico-químicos podría deberse a la influencia del alto RCS sobre la composición y el pH (Arias 2009), ya que existe una diferencia importante entre los RCS medios obtenidos en los distintos estudios, siendo el RCS bastante más bajo en el presente estudio (tabla 10), y el más elevado corresponde a Lurueña (2010), por lo que serían mas susceptibles de sufrir el efecto del alto RCS.

La relación del pH con los parámetros tecnológicos tiene gran importancia cuando la leche se destina a la elaboración de queso, ya que un pH más alcalino puede influir negativamente sobre la aptitud quesera, dificultando el proceso de cuajado (Pirisi, 2007). De hecho, cuanto mayor es el valor del pH más tiempo tarda en actuar el cuajo y menos capacidad de agregación tiene la cuajada una vez formada (Jaramillo y col., 2008). El valor de pH que se considera como límite para poder hacer queso en buenas condiciones es 6,80 (Serrano Moyano y col., 1998); en nuestro estudio el valor medio de pH es 6,69; que se encontraría dentro de los límites aceptables.

En resumen, un pH más alcalino va a ejercer una influencia negativa tanto en la producción, como en la composición y en los parámetros tecnológicos de la leche de oveja Merina de Grazalema. Este pH alcalino puede estar producido por un aumento del RCS (Arias, 2009), por lo que sería importante controlar no solo el pH, si no también el RCS para mejorar la producción y la calidad lechera.

### 5.3.3.- COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA

#### 5.3.3.1.- Composición físico-química y parámetros tecnológicos.

La composición láctea va a ejercer una influencia importante sobre todos los parámetros tecnológicos.

##### - 5.3.3.1.1- Grasa:

Tabla 14: Correlación entre la grasa y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio

	r	K <sub>20</sub>	A <sub>30</sub>	A <sub>60</sub>	Rend. Cuajada
<b>Serrano 99</b>	ns	ns	ns	ns	+
<b>Bencini 02,03</b>	ns	ns	-		+
<b>Jaramillo 07</b>	+	-	-		+
<b>Nuestro estudio</b>	+	+	-	ns	+

Fuente: elaboración propia

+ : correlación positiva

- : correlación negativa

ns: sin correlación significativa

La grasa presenta una correlación positiva alta (tabla 13) con el tiempo de coagulación y la velocidad de endurecimiento y negativa para la dureza media, no existiendo una correlación significativa con la dureza máxima.

Al igual que en el presente estudio, Jaramillo (2007) observó diferencias significativamente positivas entre el porcentaje graso y el tiempo de coagulación (Tabla 14). Sin embargo, Serrano (1999) y Bencini (2002,2003) no encontraron estas diferencias.

La correlación positiva encontrada entre la grasa y la velocidad de endurecimiento (tabla 13) coincide con diferentes estudios realizados con leche de vaca donde se ha observado una clara influencia de la grasa sobre las propiedades tecnológicas de la leche; así una mayor concentración graso provoca una mayor velocidad de endurecimiento del coágulo (Auld y col., 2004). Sin embargo, es contraria a la publicada por Jaramillo (2007). Otros autores, como Serrano (1999), y Bencini (2002,2003) no encontraron diferencias significativas (Tabla 14).

Este aumento tanto del tiempo de coagulación como de la velocidad de endurecimiento al aumentar el porcentaje graso se podría explicar por la relación



entre la grasa y la caseína, que según Bencini (2003) sería ideal para mejorar las propiedades de coagulación cuando es cercana a 1. En nuestro estudio, esta relación es alta (cercana a 2).

Para la dureza media, nuestro resultado es similar al expuesto por Bencini (2002,2003) y Jaramillo (2007), que indicaron una correlación significativa negativa (Tabla 14). Esto se podría explicar por la relación grasa/caseínas, expuesto anteriormente.

A pesar de que para la dureza media sí se han encontrado diferencias significativas, para la dureza máxima no ha sido así; lo que coincide con lo expuesto por Serrano (1999). Es decir, al dejar un tiempo suficiente para la coagulación, la dureza final de la cuajada formada no variará.

Existen pocas publicaciones que describan el efecto de diferentes concentraciones de grasa y proteína sobre las propiedades de coagulación de la leche. Bencini (2002) estudió el efecto de incrementar la concentración de estos dos componentes sobre las propiedades de coagulación de leche de oveja. Este autor observó que existe una relación curvilínea, en forma de "U" invertida, entre la grasa y la consistencia media de la cuajada, obteniéndose el valor máximo de consistencia cuando el porcentaje graso es 6,85%. Por lo tanto a mayor concentración grasa a partir de este porcentaje, menor será la dureza media. Este resultado podría explicar la disminución de la firmeza media de la cuajada descrita en este estudio y por otros autores (Bencini, 2002-2003; y Jaramillo, 2007).

Para el rendimiento en cuajada nuestros resultados son similares a los observados por otros autores (tabla 14), que señalan una correlación positiva con la grasa.

En resumen, los resultados muestran que un aumento de la concentración grasa produce un aumento tanto del tiempo de coagulación como de la velocidad de endurecimiento, y una disminución de la dureza media. Sin embargo, la dureza máxima no se ve afectada. El rendimiento en cuajada también se verá afectado positivamente por el incremento del porcentaje graso.

- 5.3.3.1.2- Proteínas:

Tabla 15: Correlación entre las proteínas y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio.

	r	K <sub>20</sub>	A <sub>30</sub>	A <sub>60</sub>	Rend. Cuajada
<b>Delacroix-Buchet 94</b>		+		+	
<b>Pellegrini 97</b>		+		+	
<b>Serrano 99</b>	+	+	ns	ns	+
<b>Bencini 02,03</b>	-	ns	+		ns
<b>Jaramillo 07</b>	+	-	-		+
<b>Nuestro estudio</b>	ns	+	ns	+	ns

Fuente: elaboración propia

+ : correlación positiva

- : correlación negativa

ns: sin correlación significativa

Según lo expuesto en este estudio, existe una correlación positiva entre el porcentaje de proteínas y la velocidad de endurecimiento y la dureza máxima (tabla 13), no existiendo una relación significativa con el tiempo de coagulación, con la dureza media y con el rendimiento de la cuajada.

Los valores obtenidos para el tiempo de coagulación difieren respecto a los publicados por otros autores, como Serrano (1999) y Jaramillo (2007) que observaron correlaciones positivas, y al señalado por Bencini (2002,2003) que mostró correlaciones negativas con las proteínas (tabla 15).

Para la velocidad de endurecimiento nuestro resultado es similar al publicado por la mayoría de los autores, como Delacroix-Buchet y col. (1994); Pellegrini y col. (1997); y Serrano (1999); todos ellos señalaron una relación significativa positiva con las proteínas. Esta correlación positiva entre las proteínas y la velocidad de endurecimiento fue justificada por Jaramillo (2007), que afirmó que fué debida a los valores medios de proteína y grasa de la leche empleada, ya que el porcentaje proteico guarda una relación curvilínea con estos parámetros (Bencini, 2002). Este hecho también coincide en el presente estudio ya que presenta valores medios de proteína y grasa.

Sin embargo este resultado difiere con los contemplados por Bencini (2002,2003) que no encontró diferencias significativas (tabla 15).

En similitud con lo expuesto por Serrano (1999), la dureza media no presenta diferencias significativas con las proteínas. Para este parámetro encontramos divergencias entre autores: Bencini (2002,2003), encontró una correlación positiva, mientras que para Jaramillo (2007) fue negativa (tabla 15).

Los resultados obtenidos por Bencini (2002) demostraron que un incremento en la proteína (de 4,90 a 6,84%; pH 6,71) de la leche produjo un aumento de la consistencia media de la cuajada. Sin embargo, este autor describió también una relación, al igual que para los valores de grasa, curvilínea, en forma de “U” invertida, entre la concentración de proteína y la firmeza media de la cuajada obtenida. Estas observaciones sugieren que un incremento en proteína por encima de una concentración determinada (6,30%) puede tener un efecto negativo sobre la dureza media de la cuajada. El nivel medio de proteína de este estudio es inferior a 6% (Tabla 10) por lo que no se ha visto afectado por este efecto negativo.

Para la dureza máxima nuestro resultado coincide con otros estudios realizados con leche de oveja, que describen correlaciones positivas entre la concentración proteica y la firmeza de la cuajada. Esta correlación positiva entre el porcentaje proteico y la dureza máxima fue probablemente debida al contenido intermedio de proteína y grasa de la leche empleada (Delacroix-Buchet y col., 1994 y Pellegrini y col., 1997). Este resultado difiere del publicado por Serrano (1999), el cual no encontró diferencias significativas.

Al igual que se ha descrito para la grasa, en los diferentes estudios realizados con leche de vaca se ha observado una influencia de las proteínas sobre las propiedades tecnológicas de la leche (Auld y col., 2004). Sin embargo es necesario destacar que las correlaciones entre este componente de la leche y los parámetros tecnológicos suelen ser bajos (coeficientes de correlación menores a 0,5) y por lo tanto no explican en su totalidad el comportamiento tecnológico de la misma (Jaramillo, 2007) de ahí la diferencia de resultados entre distintos autores.

Es bien sabido que una elevación del porcentaje proteico (y también de caseínas) produce un aumento del rendimiento quesero, como mostraron Serrano (1999) y Jaramillo (2007). Sin embargo en nuestro estudio no se observó ninguna correlación, este resultado se podría justificar por la baja relación entre las caseínas y las proteínas, que ha sido 0,72 (Bencini, 2002); siendo la relación ideal, según Kalanzopoulos (1999) de 0,82-0,83.

- 5.3.3.1.3-Caseínas:

Tabla 16: Correlación entre las caseínas y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio

	r	K <sub>20</sub>	A <sub>30</sub>	A <sub>60</sub>	Rend. Cuajada
<b>Serrano 99</b>	ns	ns	ns	ns	+
<b>Bencini 02-03</b>			+		
<b>Jaramillo 07</b>	+	-	-		+
<b>Nuestro estudio</b>	ns	ns	ns	+	ns

Fuente: elaboración propia

+ : correlación positiva

- : correlación negativa

ns: sin correlación significativa

El contenido en caseínas sólo muestra una correlación positiva con la dureza máxima (tabla13).

Según se observa en la tabla 16, tanto para el tiempo de coagulación como para la velocidad de endurecimiento nuestro resultado es similar al observado por Serrano (1999), sin embargo Jaramillo (2007) contempló una diferencia significativa positiva para ambos factores.

Para la dureza media no se ha encontrado una relación significativa con el porcentaje caseínico al igual que lo publicado por Serrano (1999). Este resultado difiere con los publicados por Bencini (2002,2003) y Jaramillo (2007) (tabla 16).

Para la dureza máxima, sí se ha contemplado una correlación significativa positiva; este dato es diferente al encontrado por Serrano (1999) (tabla 16).

Esta diferencia de resultados entre autores en la relación entre las caseínas y los parámetros tecnológicos ha sido justificada por Jaramillo (2007) debido a que tanto el tamaño de las micelas, como el calcio coloidal y la mayor o menor hidratación de las micelas influyen en los parámetros de coagulación. Estos parámetros van a ir ligados a la cantidad de caseínas, ya que ésta se encuentra presente en la leche formando unas estructuras micelares en las que esta presente el calcio. Esta observación no se ha podido comprobar en el presente estudio ya que tanto el tamaño de las micelas, como el calcio coloidal y la mayor o menor hidratación no han sido estudiadas.

- 5.3.3.1.4-Lactosa:

Tabla 17: Correlación entre la lactosa y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio

	r	K <sub>20</sub>	A <sub>30</sub>	A <sub>60</sub>	Rend. Cuajada
<b>Serrano 99</b>	-	-	+	+	-
<b>Jaramillo 07</b>	-	+	+		-
<b>Nuestro estudio</b>	-	-	+	ns	-

Fuente: elaboración propia

+ : correlación positiva

- : correlación negativa

ns: sin correlación significativa

En cuanto a la lactosa, se observa una correlación positiva con la dureza media, y negativa con el tiempo de coagulación y la velocidad de endurecimiento, no apareciendo correlación significativa con la dureza máxima de la cuajada (tabla 13).

Para el tiempo de coagulación y para el rendimiento en cuajada se contempla una similitud de resultados entre el obtenido en el presente estudio y los publicados por diferentes autores (tabla 17) existiendo una correlación significativa negativa entre estos parámetros y el porcentaje en lactosa. Y también ocurre lo mismo para la dureza media, pero en este caso la relación significativa es positiva.

Para la velocidad de endurecimiento se ha encontrado una correlación negativa con la lactosa. Este resultado coincide con el publicado por Serrano (1999) y difiere del observado por Jaramillo (2007) (tabla 17).

Sin embargo para la dureza máxima en el presente estudio no se ha encontrado diferencias significativas con la lactosa, resultado que no coincide por el publicado por Serrano (1999) (tabla 17).

En nuestro estudio, al igual que Jaramillo (2007) se observa que la lactosa presenta unos resultados opuestos a la grasa en su relación con los parámetros tecnológicos. Es decir, que un aumento del porcentaje en lactosa disminuye el tiempo de coagulación y la velocidad de endurecimiento, y aumenta la dureza máxima; y un aumento del porcentaje graso produce el efecto contrario.

- 5.3.3.1.5-Extracto Seco:

Tabla 18: Correlación entre Extracto seco y los parámetros tecnológicos en diferentes autores y este estudio.

	r	K <sub>20</sub>	A <sub>30</sub>	A <sub>60</sub>	Rend. Cuajada
<b>Serrano 99</b>	ns	ns	ns	ns	+
<b>Bencini 02-03</b>			+		
<b>Jaramillo 07</b>	+	-	-		+
<b>Nuestro estudio</b>	+	ns	ns	ns	+

Fuente: elaboración propia

+ : correlación positiva

- : correlación negativa

ns: sin correlación significativa

En el presente estudio (tabla 13) se observa que el extracto seco se correlaciona positivamente con el tiempo de coagulación (al igual que ocurre para la grasa), no existiendo correlación significativa para el resto de parámetros tecnológicos.

Nuestros resultados coinciden con los publicados por Serrano (1999) para oveja Merina de los Pedroches, a excepción del tiempo de coagulación, que en el presente estudio se correlaciona positivamente con extracto seco, al igual que con la grasa. Este resultado se podría deber a la influencia del porcentaje graso sobre el extracto seco (Buxadé, 1997), existiendo en este estudio una correlación positiva entre la grasa y el tiempo de coagulación.

En la tabla 18, se muestran resultados diferentes entre el extracto seco y los diferentes parámetros tecnológicos entre los distintos autores para r, k<sub>20</sub> y A<sub>30</sub>. Sin embargo, para el rendimiento en cuajada sí encontramos similitud entre nuestros resultados y los obtenidos por los autores anteriores (Serrano, 1999 y Jaramillo, 2007) en los cuales aparece una correlación positiva entre el extracto seco y el rendimiento de cuajada.

El extracto seco esta compuesto principalmente por grasa (40%) y en menor medida por proteínas y lactosa (29% y 26% respectivamente), y una pequeña parte de otras sustancias (5%) (Buxadé, 1997). Como ya se ha visto anteriormente, cada componente del extracto seco tiene una incidencia distinta sobre los parámetros tecnológicos y esto, junto con otros factores como el tamaño de la micela y su grado de hidratación, podrían explicar esta diferencia de resultados existente entre diversos autores (tabla 18), ya que serán muchos los factores que intervienen a la vez en la relación con los parámetros tecnológicos (Jaramillo, 2007).

En resumen, viendo los resultados obtenidos en el presente estudio, para oveja Merina de Grazalema, se puede afirmar que el porcentaje graso es un parámetro a tener en cuenta a la hora de producir mejores quesos; además el aumento de la proteína total y caseína formará cuajadas de mayor consistencia durante la coagulación, por lo que sus concentraciones también serán importantes durante este proceso.

### 5.3.3.2.- Composición físico-química y SRCS.

En la relación entre el SRCS y la composición físico-química, se observa una correlación significativa, siendo positiva para la grasa y negativa para las proteínas, caseínas y la lactosa, no existiendo correlación para el extracto seco (tabla 13).

Tabla 19: Correlación entre el recuento de células somáticas y los parámetros físico-químicos en diferentes autores y este estudio.

	Grasa	Proteínas	Caseínas	Lactosa	Extracto seco
<b>Pirisi (00)<sub>1</sub></b>	ns	+	ns	-	
<b>Jaeggi (03)<sub>1</sub></b>	-	-	-		-
<b>Nudda (03)<sub>2</sub></b>	ns	+	ns	-	
<b>Bianchi (04)<sub>2</sub></b>	-	+	+	-	
<b>Albenzio (04)<sub>2</sub></b>	ns	ns	ns	-	
<b>Vivar-Quintana (06)<sub>1</sub></b>	ns	ns			ns
<b>Rodríguez Nogales (07)<sub>2</sub></b>	-	+	-		ns
<b>Revilla (07)<sub>1</sub></b>	ns	+	ns	-	
<b>Summer (12)<sub>1</sub></b>	ns	+	-	-	ns
<b>Nuestro estudio<sub>2</sub></b>	+	-	-	-	ns

Fuente: elaboración propia

+ : correlación positiva

1- RCS

- : correlación negativa

2- SRCS

ns: sin correlación significativa

- *5.3.3.2.1- Grasa:*

La tabla 19 muestra las correlaciones entre el SRCS y los parámetros físico-químicos, publicadas por diferentes autores. Para el porcentaje graso nuestro resultado difiere de los expresados por diversos autores, Pirisi (2000), Nudda (2003), Albenzio (2004), Vivar Quintana (2006), Revilla (2007) y Summer (2012) que observaron una correlación significativa negativa, mientras que Jaeggi (2003), Bianchi (2004) y Rodríguez Nogales (2007) mostraron que no existía tal correlación.

Esta correlación positiva con la grasa se puede explicar porque al aumentar el SRCS, se produce una disminución de la cantidad de leche, produciéndose una concentración del porcentaje graso (Albenzio y col., 2002). En nuestro estudio, se ha mostrado que existe una correlación negativa entre el SRCS y la cantidad de leche ordeñada, lo que podría justificar esta relación.

- *5.3.3.2.2- Proteínas:*

Para las proteínas se observa una correlación negativa, resultado que difiere de los observados por la mayoría de los autores (tabla 19), excepto Jaeggi (2003), que afirmó también que las proteínas presentan una correlación negativa con el recuento de células somáticas (tabla 19). Esta disminución proteica podría deberse a la actividad de la plasmina que produce una hidrólisis proteica, especialmente de las caseínas (Rodríguez-Nogales y col. 2007).

- *5.3.3.2.3- Caseínas:*

Respecto al porcentaje en caseínas, los resultados de los diferentes autores son contradictorios (tabla 19). Nuestro resultado coincide por el expresado por Jaeggi (2003), Rodríguez Nogales (2007), y Summer y col. (2012), que observaron una correlación negativa entre las caseínas y el recuento de células somáticas (tabla 19).

- *5.3.3.2.4- Lactosa:*

Todos los autores coinciden en la correlación negativa que existe entre el porcentaje en lactosa y el recuento de células somáticas (tabla 19). Este resultado, al igual que el obtenido en las proteínas y caseínas, se podría deber a la actividad de la plasmina, explicada anteriormente.



- 5.3.3.2.5-Extracto Seco:

Para el extracto seco, en la tabla 13 no se observa una correlación significativa. Este resultado es similar al observado por la mayoría de los autores (Vivar Quintana, 2006; Rodríguez Nogales, 2007; y Summer y col., 2012); pero difiere al publicado por Jaeggi (2003) que mostró que esta correlación es negativa (tabla 19).

En resumen, partiendo de estos resultados, se observa la gran influencia del SRCS sobre la composición físico-química, aunque los distintos autores obtienen valores diferentes sobre el tipo de relación entre estos parámetros. Esta diferencia de resultados se puede deber a que el aumento del SRCS influye en varios mecanismos que afectan a la producción y a la composición de la leche. En nuestro estudio el aumento del recuento celular hace disminuir el porcentaje de lactosa, proteínas y caseínas; y aumenta el porcentaje graso. Sin embargo, en el extracto seco, no se produce variación.

### 5.3.4.- PARÁMETROS TECNOLÓGICOS.

#### 5.3.4.1.- Parámetros tecnológicos y SRCS.

El SRCS se correlaciona con el tiempo de coagulación, y con la velocidad de endurecimiento de forma positiva; y con la dureza media lo hará de forma negativa. Para, la dureza máxima y el rendimiento de la cuajada no se observa una correlación con el SRCS (tabla 13).

Tabla 20: Correlación entre el recuento de células somáticas y los parámetros tecnológicos y este estudio.

	r	K <sub>20</sub>	A <sub>30</sub>	A <sub>60</sub>	Rend. Cuajada
<b>Serrano (99)<sub>2</sub></b>	+	+	-	-	ns
<b>Pirisi (00)<sub>1</sub></b>	+	+		-	ns
<b>Nudda (01)<sub>2</sub></b>	+	+			
<b>Bianchi (04)<sub>2</sub></b>	+				-
<b>Albenzio (04)<sub>2</sub></b>	+	+			-
<b>Revilla (07)<sub>1</sub></b>	+	+			ns
<b>Lurueña (10)<sub>1</sub></b>					
• <b>Churra</b>	+				ns
• <b>Castellana</b>	ns				ns
• <b>Assaf</b>	ns				ns
<b>Nuestro estudio<sub>2</sub></b>	+	+	-	ns	ns

Fuente: elaboración propia

+ : correlación positiva

1- RCS

- : correlación negativa

2- SRCS

ns: sin correlación significativa

En la tabla 20, se exponen los resultados correspondientes al tiempo de coagulación y la velocidad de endurecimiento: ambos presentan correlación positiva con el SRCS. Este resultado es similar al obtenido por la mayoría de los autores (tabla 20). Pirisi y col. (2000) justifican esta correlación significativa por una elevada hidratación de las micelas, ya que la hidratación excesiva de las micelas hace que tengan demasiada estabilidad, lo que retrasa su precipitación aumentando el tiempo de coagulación y la velocidad de endurecimiento.

De acuerdo con Serrano (1999), la dureza media muestra una correlación negativa con el SRCS (tabla 13). Sin embargo, para la dureza máxima, nuestro resultado difiere del encontrado por Serrano (1999) y Pirisi (2000): ambos autores observaron una correlación negativa entre la dureza máxima y el RCS (tabla 20) mientras que en el presente estudio no se muestra tal correlación.

Es sabido que un aumento RCS influye negativamente sobre los parámetros tecnológicos. Esta influencia puede ser debida al incremento del pH que se produce cuando hay un aumento del recuento de células somáticas. Este incremento de pH afectará a su vez a los parámetros tecnológicos (Revilla, 2007; y Lurueña 2010). En el presente estudio la influencia del SRCS sobre el pH es significativamente baja ( $p < 0,05$ ) y también la del pH sobre  $A_{60}$  (tabla 13), por lo que estos coeficientes de correlación bajos no podrían justificar en su totalidad el comportamiento del SRCS sobre la dureza máxima.

Respecto al rendimiento en cuajada no se observa una correlación significativa con el SRCS. Es decir, los SRCS elevados producen un retardo en la coagulación que no afecta al rendimiento de la cuajada. Este resultado es similar al observado por diversos autores, como Serrano (1999), Pirisi (2000), Nudda (2001), Revilla (2007) y Lurueña (2010); pero es opuesto al publicado por Bianchi (2004) y Albenzio (2004) que mostraron una correlación negativa entre el rendimiento de la cuajada y el RCS (tabla 20).

En resumen, en este estudio se observa que un aumento del SRCS provoca una elevación del tiempo de coagulación y de la velocidad de endurecimiento, y una disminución de la dureza media. Sin embargo, para la dureza máxima y para el rendimiento en cuajada no se ha contemplado ninguna variación.



## **6. CONCLUSIONES**

## 6.- CONCLUSIONES.

1- La ganadería tiene una gran influencia no solo en la producción de leche, sino también en la composición físico-química, los parámetros tecnológicos y el recuento de células somáticas. Por lo que sería necesario valorar la influencia de otros factores propios de cada ganadería (manejo, alimentación, higiene, etc.)

2- El nº de lactación influye de forma significativa sobre la aptitud tecnológica, destacando la 2ª lactación, a partir de la cual hay un deterioro de la calidad tecnológica de la leche de Merino de Grazalema. Además se ha comprobado que al aumentar la vida productiva del animal por encima de la 6ª lactación, no solo se produce un deterioro de la aptitud tecnológica calidad de la leche, sino también se refleja una producción más pobre, y un aumento de los RCS. Sin embargo, al aumentar el periodo de lactación se observa una mejora en la composición físico-química (debida principalmente al descenso de la producción).

3- La edad del animal también va a tener una influencia significativa sobre el recuento de células somáticas, por lo cual se deben extremar las medidas higiénico-sanitarias para mejorar la aptitud tecnológica. La lactación 1ª es la que presenta mayores cifras de RCS y las comprendidas entre la 3ª y la 6ª las que menos.

4- El aumento del SRCS está relacionado con un aumento de pH en la leche de oveja Merina de Grazalema. Esta elevación influye de forma significativa en los parámetros tecnológicos, produciendo un mayor tiempo de coagulación y una menor dureza de la cuajada. Esta circunstancia nos indica que sería necesario controlar las condiciones higiénico-sanitarias del ganado para mejorar las características tecnológicas la leche.

A su vez el SRCS tiene una influencia importante en la producción y en los diferentes parámetros físico-químicos.

Por todo ello, es necesario poner en práctica un programa destinado a reducir el recuento de células somáticas en la leche de oveja, con el objetivo de mejorar la calidad de la leche de oveja y de los productos lácteos.

## **7. RESUMEN**

## 7.- RESUMEN:

En el presente trabajo se ha realizado el análisis de 6 ganaderías diferentes de la zona de Grazalema. En ellas, durante 4 años, se han tomado un total de 1.614 muestras, en las cuales se han analizado las diferentes variables de leche de oveja Merina de Grazalema, con el objetivo de caracterizar la producción, la composición y la aptitud tecnológica de la leche, para determinar el efecto de la ganadería, el nº de lactación, y el RCS sobre ellos.

Los resultados obtenidos muestran que tanto el rebaño, como el nº de lactación y el RCS ejercen una influencia significativa sobre la producción, la composición y las características tecnológicas.

Se ha comprobado que al aumentar la vida productiva del animal por encima de la 6ª lactación, se produce un deterioro de la calidad de la leche, que se refleja en una producción más baja, una mala aptitud tecnológica y un aumento de los RCS. Sin embargo, al aumentar el periodo de lactación se observa una mejora en la composición físico-química (debida principalmente al descenso de la producción).

Además los resultados señalaron diferencias entre ganaderías. Esto demuestra la influencia de los diferentes factores propios de cada ganadería, como la alimentación, manejo, estado sanitario, etc., sobre los parámetros estudiados.

Junto con lo anterior, se ha observado que el aumento en el RCS va a empeorar el porcentaje de la mayoría de los componentes físico-químicos, de la producción lechera, y de los parámetros tecnológicos.



## **SUMMARY:**

In the present work we have carried out the analysis of 6 different herds in Grazalema area. For four years, a total of 1.614 samples have been taken in order to analyze milk variables of Grazalema Merino sheep, with the aim of characterizing the production, composition and technological aptitude of milk to determine the effect of livestock, lactation number, and the SCC on them.

The results show that both the flock and the number of lactation and SCC have a significant influence on the production, composition and technological characteristics.

It has been found that increasing the productive life of the animal above the 6th lactation causes a deterioration of the quality of milk, which is reflected in a lower yield, poor technological aptitude and SCC increased. However, increasing the period of lactation mans an improvement in the physical and chemical composition (mainly due to decline in production).

Furthermore, the results showed differences between herds. This shows the influence of different factors in each livestock, such as feeding, management, health status, etc., on the parameters studied.

Along with the above, it was observed that the increase in the SCC will worsen the percentage of most physical and chemical components, milk production and technological parameters.



## **8. BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA:

- Abilleira, E., Albisu, M., Pérez-Elortondo, F.J., Nájera, A.I., Virto, M., Ruiz de Gordo, J.C., Amores, G., de Renobales, M., Barron, L.R. (2010): "Propiedades sensoriales y de composición volátil del DOP Idiazabal los quesos elaborados bajo diferentes condiciones de producción". Comunicación Escrita cuarta Conferencia Europea de Investigación Sensorial y Consumo. Un sentido de calidad. Vitoria-Gasteiz.
- Acero, P., Cedrún, N. y Pando, V. (2003): "Análisis de factores que influyen en la proteína de raza Churra. Producción Ovina y Caprina". En XXVIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (pp.61–64), septiembre, Badajoz, España.
- Addis, M., Cabiddu, A., Pinna, G., Decandia, M., Piredda, G., Pirisi, A., Molle, G., (2005): "Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis-9, trans-11". J. Dairy Sci. 88: 3443–3454.
- Alais, Ch. (1985): "Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera". Ed. Reverté s.a., I.S.B.N. 84-291-1815-2. pp: 873.
- Albenzio, M., Taibi, L., Muscio, A., Sevi, A. (2002): "Prevalence and etiology of subclinical mastitis in intensively managed flocks and related changes in the yield and quality of ewe milk". Small Rum. Res. 43, 219–226.
- Albenzio, M., Caroprese, M., Santillo, A., Marino, R., Taibi, L., Sevi, A. (2004): "Effects of Somatic Cell Count and Stage of Lactation on the Plasmin Activity and Cheese-Making Properties of Ewe Milk". J. Dairy Sci. 87: 533-542.
- Albenzio, M., Caroprese, M., Santillo, A., Marino, R., Muscio, A. and Sevi, A. (2005): "Proteolytic patterns and plasmin activity in ewe's milk as affected by somatic cell count and stage of lactation". Journal of Dairy Research, 72, 86–92.
- Ali, A.K.A. and Shook, G.E. (1980). "An optimum transformation for somatic cell concentration in milk". J. Dairy Sci. 63:487–490.

- Alonso, L., Fontecha, J., Lozada, L., Fraga M.J. and, Juárez, M. (1999): "Fatty acid composition of caprine milk: major, branched chain and trans fatty acids", *J. Dairy Sci.* 82 (1999), pp. 878–884.
- Andrés, S., Jiménez, A., Sánchez, J., Alonso J.M., Gómez, L. (2007): "Evaluation of some etiological factors predisposing to diarrhoea in lambs in "La Serena" (Southwest Spain)". *Small Ruminant Research* 70 (2007) 272–275.
- Anifantakis, E.M. (1986): "Comparison of the physico-chemical properties of ewe's and cow's milk. In: International Dairy Federation, Editor, Proceedings of the IDF Seminar Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk", *Bulletin Nº 202, Athens, Greece*, pp. 42–53.
- Anjaneyulu, A.S.R., Lakshmanan, V., and Rao, K.V. (1985): "Status of meat and milk production from Indian goats", *J. Food Sci. Technol.* 22, p. 151.
- Arias, R., Ramón, M., Gallego, R., Pérez-Gúzman, M.D. (2005): "Variaciones diarias de leche, grasa, proteína y recuentos de células somáticas en ovejas de raza Manchega". ITEA. Vol. Extra nº 26, Tomo II: 691-693.
- Arias, R. (2009): "Recuento de células somáticas y calidad de la leche de oveja en Castilla-La Mancha". Tesis doctoral. Centro Regional de Selección y Reproducción Animal (CERSYRA), Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha, 13.300 Valdepeñas, España.
- Arias R., Gallego R., Oliete B., Arias C., Montoro V. and Pérez-Guzmán M.D. (2010): "El recuento de células somáticas en la raza ovina manchega". SEOC Valladolid. pp. 45-49.
- Arias R., Oliete B., Ramón M., Arias C., Gallego R., Montoro V., Gonzalo C., Pérez-Guzmán M.D. (2010): "Long-term study of environmental effects on test-day somatic cell count and milk yield in Manchega sheep". *Small Ruminant Research* 106. 92– 97.
- Asociación Nacional de Criadores de Ganado Merino (ANCGM) (1997). "Catálogo de Sementales de la Raza Ovina Merino Autóctono Español". Imp. Rayego, S.L. Zafra, Badajoz.

- Assenat, L. (1991): "La leche de oveja". En: F.M. Luquet, Leche y Productos lácteos. Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España, Vol.1, 277-311.
- Auldist, M.J., Coats, S., Sutherlands, B.J., Mayes, J.J., McDowell, G.H., Rogers, G.L. (1996): "Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese". J. Dairy Res. 63: 269-280.
- Auldist, M.J. and Hubble, I.B. (1998): "Effects of mastitis on raw milk and dairy products". Aust. J. Dairy Technol. 53, 28-36.
- Auldist, M.J., Johnston, K.A., White, N.J., Fitzsimons, W.P. and Boland, M.J. (2004): "Comparison of the composition, coagulation characteristics and cheesemaking capacity of milk from Friesian and Jersey dairy cows". Journal of Dairy Research 71, 51-5.
- Barbano, D. M., Rasmussen, R. R. and Lynch, J. M. (1991): "Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield". Journal of Dairy Science, 74, 369-388.
- Barillet, F., Rupp, R., Mignon-Grasteau, S., Astruc, J.M., Jacquin, M. (2001). "Genetic analysis for mastitis resistance and milk somatic cell score in French Lacaune dairy sheep". Genet. Sel. vol., 33: 397-415.
- Barron, L.J.R., Fernández de Labastida, E., Perea, S., Chávarri, F., de Vega, C., Vicente, M.S., Torres, M.I., Nájera, A.I., Virto, M., Santisteban, A., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M., Salmerón, J., Mendía, C., Torre, P., Ibañez, F.C. y de Renobales, M. (2001): "Seasonal changes in the composition of bulk raw ewe's milk used for Idiazabal cheese manufacture". International Dairy Journal, 11, 771-778.
- Bencini, R. and Purvis, I.W. (1990): "The yield and composition of milk from merino sheep". Wool Technology and Sheep Breeding. June/july
- Bencini, R. and G. Pulina. (1997): "The quality of sheep milk: a review". Australian Journal of Experimental Agriculture, 37, 485-504.
- Bencini R. (2001): "Factors affecting the quality of ewe's milk", in Proceedings of the 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium, E. Claire, Editor: Wisconsin.

- Bencini R. (2002): "Factors affecting the clotting properties of sheep milk". *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82: 705-719.
- Bencini R. and O Agboola, S. (2003). "Marketable products from sheep milk". Rural Industries Research and Development Corporation. ISBN: 0 642 58542 3.
- Berg, G., Escher, J.T.M., Koning, P.J. and Bovenhuis, H. (1992): "Genetic polymorphism of k-casein and  $\beta$ -lactoglobulin in relation to milk composition and processing properties". *Netherlands Milk and Dairy Journal*. 46, 145-168.
- Bergonier, D., De Crémoux, Rupp, R., Lagriffoul, G. and Berthelot, X. (2003): "Mastitis dairy small ruminants". *Veterinary Research*, 34, 689–716.
- Berthelot, X., Lagriffoul, G., Concordet, D., Barillet, F. y Bergonier, D. (2006): "Physiological and pathological thresholds of somatic cell counts in ewe milk". *Small Ruminant Research*, 62, 27–31.
- Bianchi, L., Bolla, A., Budelli, E., Caroli, A., Casoli, C., Pauselli, M. and Duranti, E. (2004): "Effect of udder health status and lactation phase on the characteristics of Sardinian ewe milk". *Journal of Dairy Science*, 87, 2401–2418.
- BOE núm. 81, de 5 de abril de 2005, páginas 11562 a 11564
- Bocquier, F. and Caja, G. (2001): "Production et composition du lait de brebis: effects de l'alimentation". *INRA Prod. Anim.*, 14: 129-140.
- Boletín Agrario nº 37 (2003) de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la comunidad de Madrid. Julio.
- Brule and Lenoir, J. (1990): "La coagulación de la leche: El queso". Ed. Omega. Barcelona. 440pp.
- Bufano, G., Dario, C., Laudario, V. (1996): "The characterisation of Leccese sheep: variations of chemical composition and lactodynamographic parameters in milk as related to somatic cell counts". En: *Somatic Cells and Milk of Small Ruminants*. EAAP Publ. No. 77 (pp. 301–304). Wageningen, Países Bajos: Wageningen Pers.

- Burriel, A.R. (1997): "Dynamics of intramammary infection in the sheep caused by coagulase-negative staphylococci and its influence on udder tissue and milk composition". *Vet. Record*, 140: 419-423.
- Buxadé, C. (1997): "Producción Ovina". *zootecnia: Bases de producción animal*. Tomo IX. Ed Mundi-Prensa. pp. 336 and 523.
- Caballero de la Calle, J.R., Peña Montañés, E., Calle, M.I. (2007): "Calidad de la leche en ovejas de raza merina". *SEOC. Calidad de los productos*. pp. 45-48.
- CAE. (2012): "Código Alimentario Español". 3ª parte "Alimentos y Bebidas" capítulo XV. 3.15.00.
- Caja y col., 1992. Citados por Bencini y Pulina, 1997
- Casas, J. P., Torres, R., Azor, P.J., Valera, M., Molina, A. (2005): "Programa de recuperación de la oveja Merina de Grazalema: caracterización genético-productiva". *SEOC* (p 125-127).
- Casoli, C., Duranti, E., Morbidini, L., Panella, F. and Vizioli, V. (1989): "Quantitative and compositional variations of Massese sheep milk by parity and stage of lactation". *Small Ruminant Research* 2, 47-62.
- Caio, S., Izquierdo, M., González, J., Hernández, F.I., Corral, J.M., Rodríguez, J., Roa, I. (2007): "Efecto de los fenotipos de  $\alpha$ 1-caseína bb, bc y bd en la composición de leche de oveja de raza merina". *Poster XII Jornadas de Producción Animal AIDA*.
- Chianese, L., Garro, G., Addeo, F., Lopez-Gálvez, G., Ramos, M. (1993): "Discovery of an ovine  $\alpha$ <sub>2</sub>caseína variant". *J. Dairy Res.* (60): 485–493.
- Chianese, L., Garro, G., Ferranti, P., Malorni, A., Addeo, F., Rabasco, A., Molina Pons, P. (1995): "Discrete phosphorylation generates the electrophoretic heterogeneity of ovine  $\beta$ -caseína". *J. Dairy Res.* (62):89–100.
- Chianese, L., Garro, G., Mauriello, R., Laezza, P., Ferranti, P.N., Addeo, F. (1996): "Occurrence of five  $\alpha$ 1-caseína variants in ovine milk". *J. Dairy Res.* (63): 49–59.



- Ceballos, L. S., Morales, E. R., Adarve, G. T., Castro, J. D., Martínez, P., and Sampelayo, M. R. S. (2008): "Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology". *Journal of Food Composition and Analysis*, doi:10.1016/j.jfca.2008.10.020.
- Christie, W.W. (1995): "Composition and structure of milk lipids". In: *Advanced Dairy Chemistry-2 (lipids)*. (Fox, P.F., Hrsg.) Chapman and Hall, London 1-36.
- Cottier, H. (1991): "Producción de leche de oveja". En: F.M. Luquet, *Leche y Productos Lácteos*, Vol.1. Ed. Acribia S. A., Zaragoza, España.
- De la Cruz, M., Serrano, E., Montoro, V., Marco, J. C., Romeo, M., Baselga, R., Albizu, I. y Amorena, B. (1994): "Etiology and prevalence of subclinical mastitis in the Manchega sheep at mid-late lactation". *Small Ruminant Research*, 14, 175–180.
- De la Fuente, L. F., San Primitivo, F., Fuertes, J.A. and Gonzalo, C. (1997): "Daily and between-milking variations and repeatabilities in milk yield, somatic cell count, fat, and protein of dairy ewes". *Small Ruminant Research*, 24, 133–139.
- Dekkers, J.C.M. (1995): "Genetic improvement of dairy cattle for profitability". *Animal Science Research and Development: Moving toward a new century. Agricultural Agri-Food* (pp. 307–327). Ottawa, Canadá.
- Delacroix-Buchet, A., Barillet, F. and Lagriffoul, G. (1994): "Characterization of cheesemaking properties of Lacaune ewe milk samples with a Formagraph". *Lait* 74, 173-186.
- Delgado, J.V., Molina, A., Sierra, A and Rodero, A. (1997): "Valoración genética BLUP en el merino autóctono español". *Feagas nº 11*: 65-69.
- Díaz, J. R., Muelas, R., Segura, C. and Molina, P. (1996): "Effect of mastitis on milk composition in Manchega ewes preliminary results". En: *Somatic Cells and Milk of Small Ruminants* (pp. 305–306). Wageningen, Países Bajos: Wageningen Pers.

- Dubeuf, J.P., Le Jaouen, J.C. (2005): "The sheep and goat dairy sectors in the European Union: present situation and stakes for the future". International Dairy Federation Bulletin Nº. 501: 1–7.
- Duranti, E. and Casoli, C. (1991): "Variazione della composizione azotata e dei parametri lattodinamografici del latte di pecora in funzione del contenuto di cellule somatiche (Variations in the nitrogen composition and in the lactodinamographic parameters of ewe's milk in relation to somatic cell content)". Zoot. Nutr. Anim. 17, 99–105.
- Early, R. (1998): "Tecnología de los productos lácteos". Zaragoza, España: Ed. Acribia.
- Eck, A. (1990): "El Queso". Ediciones Omega S.A., ISBN 84-282- 0838-7.
- El-Masannat, E. T. S. (1987): "Ovine mastitis with special reference to mastitis caused by Pasteurella haemolytica". Tesis Doctoral The Royal Veterinary College. University of London. Londres, Inglaterra.
- Esteban Muñoz, C. and Tejón, D. (1986): "Catálogo de razas autóctonas españolas". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección general de Producción Agraria. I.S.B.N.:84-749-090-5.
- Esteban Muñoz, C. (1994): "La Raza Merina y sus cruces en la producción de carne". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.S.B.N.:84-491-0011-9.
- Esteban Muñoz, C. (2003): "Razas ganaderas Españolas Ovinas". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Caja Duero, Feagas. I.S.B.N.:84-491-0580-3.
- Flórez A.B. and Hernández-Barranco A.M. (2006): "Biochemical and microbiological characterization of artisan kid rennet extracts used for Cabrales cheese manufacture". LWT 39, pp. 605-612.
- Fontecha, J. Fraga M.J. and Juárez, M. (1998): "Triglyceride analysis by GC in assessment of authenticity of goat milk fat", J. Am. Oil Chem. Soc. 75 , pp. 1893–1896.

- Fruganti, G., Ranucci, S., Tesei, B. and Valente, C. (1985): " Valutazione dello stato sanitario della mammella di pécore durante un intero ciclo di lattazione". *Clínica Veterinaria*, 108, 286.
- Fthenakis and Jones (1990). "The effect of experimentally induced subclinical mastitis on milk yield of ewes and on the growth of lambs". *British Veterinary Journal*, 146, 43–49.
- Fthenakis, G. C., El Masannat, E. T., Booth, J. M. and Jones, J. E. T. (1991): "Somatic cell count of ewes' milk". *British Veterinary Journal*, 147, 575–581.
- Fthenakis, G.C. (1996): "Somatic cell counts in milk of Welsh-Mountain, Dorset-Horn and Chios ewes throughout lactation". *Small Ruminant Research*, 20, 155–162.
- Gallego, L. and Molina, A. (1994): "Estado corporal y producción". En: *Ganado ovino. Raza Manchega*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. pp: 161-171.
- García, F., Martínez, P., Montilla, J.M., Gasca, A. (1997): "Recuentos celulares en leche de ovejas Merinas". *Mundo ganadero*, 87, 51–52.
- Garzón, A. I. (1996): "Incidencias de las variantes genéticas de las proteínas lácteas sobre la aptitud tecnológica de la leche en ovejas de raza Manchega". Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Gómez, M.J., Gallego, R., Hernández, G., Tavera, J.M., Pérez-Gúzman, M.D., Montoro, V. (1997): "Primeros resultados de la aplicación del Programa de Control de Mamitis Subclínicas en ovino de raza Manchega". VII Jornadas sobre Producción Animal ITEA. Volumen Extra, 18, Tomo II: 567-569.
- González, J., Más, M. and López, F. (1991): "Características de la leche de oveja Merina y del queso de la Serena producidos en tres explotaciones tipo". *Investigación Agraria: producción animal* 6 (2): 143-155.
- González, M.E., Garzón, A.I., Martínez, J., Pérez-Guzmán. M.D., Granados, I., Calcerrada, A. and Montoro, V. (1995): "Estudios preliminares de factores que influyen en el recuento de células somáticas en leche de la raza Manchega, variedad negra". *SEOC*. pp.574-578.

- Gonzalo, C., Carriedo, J.A., Baro, J.A. and San Primitivo, F. (1994). "Factors influencing variation of test day milk yield, somatic cell count, fat, and protein in dairy sheep". *Journal of Dairy Science*, 77, 1537–1542.
- Gonzalo C., Tardáguila A., Ariznabarreta A., Romeo M., Montoro V., Pérez-Guzmán M.D., Marco Y.J.C. (2000): "Recuentos de células somáticas en el ganado ovino lechero y estrategias de control". *Situación en España. Ovis*, 66, 21-27
- Gonzalo, C., Ariznabarreta, A., Carriedo, J.A., San Primitivo, F. (2002): "Mammary pathogens and their relationship with somatic cell count and milk yield losses in dairy ewes". *J. Dairy Sci.*, 85: 1460-1467.
- Gorsaud, J. (1991): "La leche de vaca: Composición y propiedades físico-químicas en leche y productos lácteos. Vaca, oveja, cabra". Ed. Acribia Zaragoza. pp. 390.
- Goudjil, H., Fontecha, J., Fraga, M.J. and Juárez M. (2003): "TAG composition of ewe's milk fat. Detection of foreign fats", *J. Am. Oil Chem. Soc.* 80, pp. 219–222.
- Goudjil, H., Fontecha, J., Luna, P., Fuente de la, M.A., Alonso, L. and Juárez M. (2004): "Quantitative characterization of unsaturated and trans fatty acids in ewe's milk fat", *Lait* 84, pp. 473–482.
- Green, T. J. (1984): "Use of somatic cell counts for detection of subclinical mastitis in ewes". *The Veterinary Record*, 114, 43.
- Grufferty, M. B. and Fox, P. F. (1988): "Milk alkaline proteinase". *Journal of Dairy Research*, 55, 609–630.
- Ha, J.K., and Lindsay, R.C. (1993): "Release of volatile branched-chain and other fatty acids from ruminant milk fats by various lipases". *J. Dairy Sci.* (76): 677–690.
- Haenlein, G.F.W., Schultz, L.H. and Zikakis, J.P. (1973): "Composition of proteins in milk with varying leucocyte contents". *Journal of Dairy Science*, 56, 1017–1024.

- Haenlein, G.F.W. and Caccese, R. (1984): "Goat milk versus cow milk". In: G.F.W. Haenlein and D.L. Ace, Editors, Extension Goat Handbook, USDA Publ., Washington, DC, p. 1 E-1.
- Haenlein, G.F.W. (2001): "Nutritional value of sheep milk". Sheep Dairy News 19, 5–11.
- Haenlein, G.F.W. (2002): "Relationships of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity". Small Ruminant Research, 45, 163–178.
- Haenlein, G.F.W. and Wendorff, W. L. (2006): "Sheep milk—production and utilization of sheep milk". In: Editors, Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals, Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK, and Ames, Iowa, USA, pp. 137–194.
- Haenlein, G.F.W. (2007): "About the evolution of goat and sheep milk production". Small Ruminant Research 68 (207) 3-6.
- Heredia, P. B. and Iturritza, G. (1998): "Recuento de células somáticas en leche de oveja Laxta. II. Determinación del umbral fisiológico". Medical Veterinary, 5, 33–38.
- Huidobro y col., 1991. Citados por Bencini y Pulina, 1997
- IDF, (1994): "Cheese yield and factors affecting its control". Proceedings of the IDF seminar held in Cork. Ed. International Dairy Federation, Bruselas, Bélgica.
- Ikonen, T., Ojala, M. and Syväoja, E.L. (1997): "Effects of composite casein and  $\beta$ -lactoglobulin genotypes on renneting properties and composition of bovine milk by assuming an animal model". Agricultural and Food Science in Finland 6, 283-294.
- Izquierdo, M., González, J., Hernando, A., Hernández, F.I., Roa, I. (2004): "Producción lechera de la oveja Merina en condiciones semiextensiva". Publicaciones Junta de Extremadura (Web:<http://intaex.juntaextremadura.net/publicaciones/Produccion%20lechera%20de%20la%20oveja%20Merina%20en%20condiciones%20semiextensivas.pdf>).

- Jaramillo, D. P. (2007): "Aptitud quesera de la leche de oveja Guirra y efecto de la dieta sobre las características tecnológicas de la leche y del madurado del queso". Tesis Doctoral Universidad Autónoma de Barcelona.
- Jaramillo, D.P., Zamora, A., Guamis, B., Rodríguez, M. and Trujillo, A.J. (2008): "Cheesemaking aptitude of two Spanish dairy ewe breeds: Changes during lactation and relationship between physico-chemical and technological properties". *Small Ruminant Research*, 78, 48–55.
- Jaeggi, J.J., Govindasamy-Lucey, S., Berger, Y.M., Johnson, M.E., McKusick, B.C., Thomas, D.L. y Wendorff, W.L. (2003): "Hard ewe's milk cheese manufactured from milk of three different groups of somatic cell counts". *Journal of Dairy Science* 86, 3082-3089.
- Jaeggi, J.J., Wendorff, W.L., Romero, J., Berger, Y.M. and Johnson, M.E. (2005): "Impact of seasonal changes in ovine milk on composition and yield of a hard-pressed cheese". *Journal of Dairy Science* 88, 1358-1363.
- Jenness, R. and Parkash, S. (1971): "Lack of a fat globule clustering agent in goat's milk", *J. Dairy Sci.* 30, pp. 123–126.
- Jenness, R., Shipe W.F. and J.W. Sherbon (1974): "Fundamentals of Dairy Chemistry". In: B.H. Sebb, A.H. Johnson and J.A. Alford, Editors. A.V. Publishing Co., Westport, p. 402.
- Jenness, R. (1980): "Composition and characteristics of goat milk: review 1968–1979", *J. Dairy Sci.* 63, pp. 1605–1630.
- Jenness, R. L. (1985): "Biochemical and nutritional aspects of milk and colostrum". In: *Lactation: A Comprehensive Treatise*. B. L. Larson, Ed. The Iowa State Univ. Press, Ames: 194-197.
- Juárez, M. and Ramos, M. (1986): "Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow milk". In: International Dairy Federation, Editor, *Proceedings of the IDF Seminar Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk*, Bulletin No. 202 Athens, Greece, pp. 54–67.

- Kalantzopoulos, G. (1994): "Influence of somatic cells on milk and dairy products quality". En: Proceedings of the International Symposium on Somatic Cells and Milk of Small Ruminants (pp. 281–290), 25–27. Bella, Italia.
- Khanal, R.C. (2004): "Potential health benefits of conjugated linoleic acid (CLA): a review", *Asian Aust. J. Anim. Sci.* 17, pp. 1315–1328.
- Kehrlí, J. M. E. and Schuster, D. E. (1994): "Factors affecting milk somatic cells and their role in health of the bovine mammary gland". *Journal of Dairy Science*, 77, 619–627.
- Keisler, D.H., Andrews, M.L. and Moffatt, R.J. (1992): "Subclinical mastitis in ewes and its effect on lamb performance". *Journal of Animal Science*, 70, 1677–1681.
- König C.D.W., Fieten J.H.E., Gelling G.W. (1985): "Le mastiti della pecora in Olanda". *Sel. Vet.*, XXVI, 2, 216.
- Kurkdjian, V. and Cand Gabrielian, T. (1962): "Physical and chemical properties and composition of ewe's milk", *Proceedings of the XVI Int. Dairy Congr.*, vol. AP, pp. 197–208.
- Larson, B.L. and Smith, V.R. (1974): "Lactation" vol. 4, Academic Press, New York, p. 1994.
- Le Maréchal, C., Thiéry, R., Vautor, E., Le Loir, Y. (2011): "Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products - a review". *Dairy Sci. Technol.* 91(3):247-282.
- Ledda, A. and De Santis, E. (2000): "Situación en Italia del recuento de células somáticas en leche de oveja y estrategias de control". En: *Recuento de células somáticas en pequeños rumiantes I. Ovino. Ovis*, 66, pp: 35-46.
- Leitner, G., Chaffer, M., Caraso, Y., Ezra, E., Kababea, D., Winkler, M., Glickman, A., Saran, A. (2003): "Udder infection and milk somatic cell count, NAGase activity and milk composition-fat, protein and lactosa-in Israeli-Assaf and Awassi sheep". *Small Rum. Res.*, 49: 157-164.

- Leitner, G., Chaffer, M., Shamay, A., Shapiro, F., Merin, U., Ezra, E., Saran, A., Silakinove, N. (2004): "Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in sheep". *J. Dairy Sci.*, 87: 46-52.
- Leitner, G., Silanikove, N., Merin, U. (2008): "Estimate of milk curd yield of sheep and goats with intramammary infection and its relation to somatic cell count". *Small Rum. Res.* 74: 221-225.
- López, F. (1996): "Avance de estudios sobre la productividad de la oveja Merina". *Caracterización general. FEAGAS*, 8: 53-57.
- López Gálvez, G. (1983): "Estudio del polimorfismo de las proteínas de leche de oveja de las razas Manchega y Segureña. Aptitud a la coagulación y rendimiento queso". Tesis doctoral Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria.
- Luquet, F.M. (1991): "Leche y productos lácteos vaca-oveja-cabra" vol 1. Ed. Acribia. I.S.B.N.84-200-0695-5.
- Lurueña (2010): "Efecto de la raza y del recuento de células somáticas sobre la calidad del queso de oveja". Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- Macciotta, N.P.P., Vicario, D., Di Mauro, C. and Cappio-Borlino, A. (2004): "A Multivariate approach to modelling shapes of individual lactation curves in cattle". *Journal of Dairy Science* 87, 1092-1098.
- Mackie, D.P. and Rodgers, S.P. (1986): "Mastitis and cell content in milk from Scottish Blackface ewes". *The Veterinary Record*, 118, 20–21.
- Maisi, P., Junttila, J., Seppanen, J. (1987): "Detection of subclinical mastitis in ewes". *British Veterinary Journal*, 143, 402–409.
- Malacarne, M., Summer, A., Fossa, E., Formaggioni, P., Franceschi, P., Pecorari, M. and Mariani, P. (2006): "Composition, coagulation properties and Parmigiano-Reggiano cheese yield of Italian Brown and Italian Friesian herd milks". *Journal of Dairy Research* 73 171–177.



- Manfredini, M., Tassinari, M. and Zarri, M.C. (1992): "Physicochemical characteristics, somatic cell count and coagulation properties of milk from individual ewes from Emilia Romagna". *Scienza e tecnica lattiero-casearia* 43, 113-126.
- MAPA. (2008): "Anuario de Estadística Agraria". Publicaciones de la Secretaria General Técnica. Madrid.
- Marco, J.C., Adúriz, J.J., Romeo, M., Salazar, L. M. (1992): "Diagnóstico". *Ovis*, 21,75–89.
- Marco, J.C. (1994): "Mastitis en la oveja Lacha: epidemiología, diagnóstico y control". Tesis doctoral Universidad de Zaragoza, España, 398 pp.
- María y col., 1991. Citados por Bencini y Pulina, 1997
- María, G. and Gabiña, D. (1993): "Non-genetic effects on milk production of Latxa ewes". *Small Ruminant Res.* 12, pp. 61-67.
- Martí, A. (2005): "Efecto de la mamitis subclínica y de las células somáticas sobre la producción y la calidad de la leche de oveja de raza Manchega". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Martínez, J., Garzón, A., Méndez-Medina, D., Aparicio, F., Vera, A. (1993): "Efecto del número de lactación sobre la aptitud de la leche a la coagulación del cuajo en la leche de raza ovina Manchega". *Arch. Zootec*, 42: 313-319.
- Martini, M., Cecchi, F., Scolozzi, C., Leotta, R., Verita, P., (2003): "Milk fat globules in dairy cattle: relationship to chemical and technological characteristics". In: 38th Simposio Internazionale di Zootecnia, Lodi, Italy.
- Martini M., Scolozzi C., Cecchi F., Meleb M., Salari F. (2008): "Relationship between morphometric characteristics of milk fat globules and the cheese making aptitude of sheep's milk". *Small Ruminant Research* 74. pp.194–201
- Matutinovic, S., Kalit, S., Salajpal, K., Vrdoljaka, J. (2011): "Effects of flock, year and season on the quality of milk from an indigenous breed in the sub-Mediterranean area". *Small Ruminant Research* 100. pp. 159– 163.

- Mavrogenis, A.P., Koumas, A., Kakoyiannis, C.K., Taliotis, Ch. (1995): "Use of somatic cell counts for the detection of subclinicas mastitis in sheep". *Small Rumin. Res.* 17, 79-84.
- Mavrogenis, A. P., Koumas, A. and Gavrielidis, G. (1999): "The inheritance of somatic cell counts (index of mastitis) in Chios sheep". En: Barillet, F., Zervas, N.P. (ed.), *Proceedings of the Conference on Milking and Milk Production of Dairy Sheep and Goats* (pp. 389–392). Wageningen, Países Bajos: EAAP Publication, Wageningen Pers.
- McCarthy, F.D., Lyndsey, J.B., Gore, M.T. (1998): "Incidence and control of subclinical mastitis in the intensively managed ewes". *J. Anim. Sci.* 66, 2715–2721.
- McGuire, M.A. and McGuire, M.K. (2000): "Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health". *Proc. Am. Soc. Anim. Sci. Annu. Mtg.* 1999. Online. Available: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0938.pdf>.
- Mehaia, M.A. (1995): "The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk", *Milchwissensch* 50, pp. 260–263.
- Mele, M. and Conte, G. (2007): "Relationship between beta-lactoglobulin polymorphism and milk fatty acid composition in milk of massese dairy ewes". *Small Ruminant Research* 73. 37-44.
- Menzies, P.I. (2000): "Mastitis of sheep. Overview of recent literature". 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium. 2-4 Noviembre 2000. Gelph, Ontario, Canadá.
- Mens, P.L. (1985): "Propriétés physico-chimiques nutritionnelles et chimiques (physico-chemical nutritional and chemical properties)". In: Luquet, F.M. (Ed.), *Laits et Produits Laitiers. Vache. Brevis. Chèvre* (Milk and Milk Products from Cows, Sheep and Goats), vol. I. Apria, Paris, pp. 349–367.
- Micari, P., Caridi, A., Colacino, T., Caparra, P. and Cufari, A. (2002): "Physicochemical, microbiological and coagulating properties of ewe's milk produced on the Calabrian Mount Poro plateau". *International Journal of Dairy Technology* 55, 204-210.

- Ministerio de Medio ambiente y Medio Rural y Marino (2009): "Caracterización del sector ovino y caprino en España". Dirección general de recursos agrícolas y ganaderos.
- Molina, P. (1987): "Composición y factores de variación de la leche de ovejas de raza Manchega". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica. Valencia.
- Molina, M.P. and Piredda, G. (1993): "Polimorfismo de la leche del suero de las ovejas de raza manchega mediante electroforesis en acetato de celulosa". XVIII Jornadas científicas de la S.E.O.C. Albacete.
- Molina, M.P., Berruga, M.I., Molina, A. (2009): "Calidad de la leche oveja". En: Ovinotecnia. Producción y Economía en la especie ovina. Edición Prensas Universitarias de Zaragoza: 355-367.
- Mora-Gutierrez, A., Kumosinski, T.F. and Farrell, H.M. (1991): "Quantification of  $\alpha_{s1}$ -casein in goat milk from French-Alpine and Anglo-Nubian breeds using reverse-phase high performance liquid chromatography", J. Dairy Sci. 74, p. 3303.
- Moreno, R. (1995): "Lácteos como fuente ideal de calcio/fósforo en la dieta". Alimentación Nutrición y Salud 2, 52-58.
- Nájera, A.I., Barron, L.J.R., Ribeiro, P., Pélissier F., Abillerira, E., Pérez-Elortondo, F.J., Albisu, M., Salmerón, J., Ruiz de Gordo, J.C., Virto, M., Oregi, L., Ruiz, R., de Renobales, M. (2009): "Seasonal changes in the technological and compositional quality of ewe's raw milks from commercial flocks under part-time grazing". J. Dairy Res. 76, 301-307.
- Negri, L. (2005): "Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad". 2ª ed., 2005, INTA. pp. 155-161.
- Ng-Kwai-Hang K.F., Hayes J.F., Moxley J.E., Monardes H., (1984): "Variability in test-day production and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk". J. Dairy Sci, 67, 361-366.
- Nudda, A., Feligini, M., Battacone, G., Murgia, P. and Pulina, G. (2001): "Relationship between somatic cells count, whey protein and coagulation properties in sheep milk". En: Proceedings of the ASPA XIV Congress, (pp. 511-513), 12-15 Junio, Florencia, Italia.

- Nudda, A., Mele, M., Battacone, G., Usai, M.G., Macciota, N.P.P. (2003): "Comparison of conjugated linoleic acid (CLA) content in milk of ewes and goats with the same dietary regimen". *Ital. J. Anim. Sci.* 2 (Suppl. 1): 515–517.
- Othmane, M.H., De La Fuente, L.F., Carriedo, J.A., San Primitivo, F. (2002a): "Heritability and genetic correlations of test day milk yield and composition, individual laboratory cheese yield, and somatic cell count for dairy ewes". *J. Dairy Sci.* 85: 2692-2698.
- Othmane, M.H., Carriedo, J.A., San Primitivo, F., De La Fuente, L.F., (2002b): "Genetic parameters for lactation traits of milking ewes: protein content and composition, fat, somatic cells and individual laboratory cheese yield". *Genet. Sel. Evol.* 34, 581–596.
- Othmane, M.H., Carriedo, J.A., San Primitivo, F., De La Fuente, L.F., (2002c): "Factors affecting testday milk composition in dairy ewes, and relationships amongst various milk components". *J. Dairy Res.* 69:1, 53–62.
- Pagnacco, G. and Caroli, A. (1987): "Effect of casein and  $\beta$ -lactoglobulin genotypes on renneting properties of milks". *Journal of Dairy Research* 85, 2692-2698.
- Paape, M.J., Wiggans, G.R., Bannerman, D.D., Thomas, D.L., Sanders, A.H., Contreras, A., Moroni, P., Miller, R.H. (2007): "Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts". In: *Small Ruminant Research* 68: 114-125.
- Palacios, C. (2008): "La influencia de las células somáticas en la producción de leche". En: *Vivar-Quintana, A.M. (ed.). Influencia de la leche de oveja en la elaboración de queso Zamorano*, (pp. 95-112). Zamora, España: Fundación Científica Caja Rural.
- Pardo y col., 1995. Citados por Bencini y Pulina, 1997
- Park, Y.W. (1994): "Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk". *Small Rumin. Res.* 14:151-159
- Park Y.W. and Juarez M. (2007): "Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk". *Small Ruminant Research* 68.pp. 88-113.

- Park, Y.W. and Haenlein, G.F.W. (2006): "Goat milk, its products and nutrition". In: Hui, Y.H. (Ed.), Handbook of Food Products Manufacturing. John Wiley, New York, NY.
- Parkash, S. and Jenness, R. (1968): "The composition and characteristics of goat's milk: a review, Dairy Sci. Abstr. 30, pp. 67–75.
- Peeters, R., Buys, N., Robijns, L., Vanmontfort, D., Van Isterdael, J. (1992): "Milk yield and milk composition of Flemish Milk sheep, Suffolk and Texel ewes and their crossbreds". Small Rumin. Res. 7, 279-288.
- Pellegrini, O., Aurel, M. R., Lagriffoul, G., Marie, C., Remeuf, F., Rivemale, M. y Barillet, F. (1994): "Relations entre les comptages des cellules somatiques, les caractéristiques physico-chimiques et l'aptitude à la coagulation par la présure de laits individuels de brebis de race Lacaune", Proceedings of the International symposium on somatic cells and milk of small ruminants, 25–27 Septiembre, Bella, Italia: EAAP Publication.
- Pellegrini, O., Remeuf, F., Rivemale, M. y Barillet, F. (1997): "Renneting properties of milk from individual ewes: Influence of genetic and non-genetic variables, and relationship with physicochemical characteristics". Journal of Dairy Research 64, 355-366.
- Pengov, A. (2001): "The role of coagulase-negative Staphylococcus spp. and associated somatic cell counts in the ovine mammary gland". Journal of Dairy Science, 84, 572–574.
- Peña F. (1985): "Composición bruta de la ovejas Merinas Españolas". Archivo Zootecnia. Vol. 34, nº 128, 1985, pp. 77-83. Universidad de Córdoba.
- Pérez, J., Gómez, J.L., García, J. (1983): "Estudio comparativo de métodos de ordeño en oveja Manchega". III Symp. Int. de ordeño mecánico de pequeños rumiantes. Ed. Sever Cuesta. Valladolid: 188-202.
- Pérez y col., 1992. Citados por Bencini y Pulina, 1997
- Peris, C., Díaz, J.R., Fernández, N., Rodríguez, M. (1996): "Effect of subclinical mastitis on milk yield in Manchega ewes: Preliminary" Journal of Dairy Science Vol. 85, No. 6, 2002 results. Pages 203–206 in Somatic

Cells and Milk of Small Ruminants. Wageningen Press, Wageningen, The Netherlands.

- Piredda, G., Pirisi, A. (2005): "Detailed composition of sheep and goats milk and antimicrobial substances". In: IDF Symposium on: The Future of the Sheep and Goat Dairy Sectors, Zaragoza, Spain: 110–116 (Special issue of the International Dairy Federation 0501/Part 3).
- Pirisi, A., Piredda, G., Podda, F., Pintus, S., (1994): "Effect of somatic cell count on sheep milk composition and cheese making properties". En: Proceedings of the International Symposium on Somatic Cells and Milk of Small Ruminants. Bella. pp. 245-251.
- Pirisi, A., Piredda, G., Podda, F., Pintus, S. (1996): "Effect of somatic cell count on sheep milk composition and cheese making properties". In: Rubino, R. (ed.), Somatic Cells and Milk of Small Ruminants. EAAP Publication Nº. 77, (pp. 245–251), Wageningen, Países Bajos: Wageningen Pers.
- Pirisi, A., Piredda, G., Corona, M., Pes, M., Pintus, S. and Ledda, A. (2000): "Influence of somatic cell count on ewe's milk composition, cheese yield and cheese quality". Proceedings of the 6<sup>th</sup> Great Lakes Dairy Sheep Symposium. Ontario. pp. 47–59.
- Pirisi, A., Lauret, A., Dubeuf, J.P. (2007): "Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality". Small Rum. Res. 68: 167-178.
- Posati, L.P. and Orr, M.L. (1976): "Composition of Foods". ARS, USDA, Washington, DC (Agric. Handbook No. 8–1).
- Precht, D. (1992): "Detection of foreign fat in milk fat. I. Qualitative detection by triacylglycerol formulae", Z. Lebensm Forschg. 194, pp. 1–8.
- Pugliese, C., Acciaioli, A., Rapaccini, S., Parisi, G. and Franci, O. (2000): "Evolution of chemical composition, somatic cell count and renneting properties of the milk of Massese ewes". Small Ruminant Research 35, 71-80.
- Pulina, G. (1990): "Influence of feeding on ewes milk quality". L'Informatore Agrario 37, 31-39.

- Pulina, G., Bencini, R. (2004): "Dairy Sheep Nutrition". CABI Publ., Wallingford, UK, 222 p.
- Pulina, G., Nudda, A., Battacone, G. and Cannas, A. (2006): "Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk". *Animal Feed Science and Technology*, 131, 255–291.
- Ramet, J.P. and Weber, F. (1980): "Contribution a l'étude de l'influence des facteurs de milieu sur la coagulation enzymatique du lait reconstitue". *Lait*, 60: 1-13.
- Ramos, M. and Juarez, M. (2003): "Sheep milk". En: Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. (ed.), *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol. 4. (pp. 2539–2545), Amsterdam, Países Bajos: Academic Press.
- Raubertas R.F. and Shook G.E., (1982): "Relationship between lactation measures of somatic cell concentration and milk yield". *J. Dairy Sci*, 65, 419-425.
- Raynal-Ljutovac, K., Pirisi, A., de Crémoux, R. and Gonzalo, C. (2007): "Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects". *Small Ruminant Research*, 68, 126–144.
- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoulb, G. Paccardb, P. Guillet, I. and Chilliard, Y. (2008): "Composition of goat and sheep milk products: An update". *Small Ruminant Research*, 79, 57–72.
- Real Decreto 460/2002 de 24 de mayo. Por el que se establecen ayudas a la financiación de acciones de asesoramiento para la mejora de la calidad de la leche producida y recogida en las explotaciones.
- Real Decreto 1734/2000, de 20 de octubre. Por el que se establecen ayudas para la adquisición de animales de reposición de determinadas razas bovinas, ovinas y caprinas autóctonas españolas.
- Recio, I., Fernández-Fournier, A., Martín-Álvarez, P., Ramos, M. (1997): "Polimorfismo  $\beta$ -lactoglobulina en razas ovinas: influencia sobre las propiedades y la composición de fabricación de queso de leche". *Le Lait* 77 (2) 259.

- Remeuf, F. and Lenoir, J. (1986): "Relationship between the physico-chemical characteristics of goat's milk and its rennetability", Intl. Dairy Bull. 202, p. 68.
- Remeuf, F., Lenoir, J. and Duby, C. (1989): "Etude des relations entre les caractéristiques physicochimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure". Lait 69, 499 -518.
- Remeuf, F., Cossin, V., Dervin, C., Lenoir, J. y Tomassone, R. (1991): "Relationships between the physicochemical characteristics of milk and their suitability for cheesemaking. Lait 71, 397- 421.
- Remeuf, F. and Raynal, K. (2001): "Effets de différents traitements de correction sur les aptitudes à la coagulation des laits de chèvre, de brebis et de vache chauffés". Lait 81, 381-399.
- Revilla, I., Rodríguez-Nogales, J.M. and Vivar-Quintana, A.M. (2007): "Proteolysis and texture of hard ewe's milk cheese during ripening as affected by somatic cell counts". Journal of Dairy Research 74, 127-136.
- Revista "La tierra" UPA nº 196. Mayo-junio 2006.
- Rodríguez, M., Guaita B., Escolar, E., Palomares, J.L. y Fernández, N. (2006): "Estudio comparativo de la producción y la composición de la leche ordeñada en la oveja Guirra y Manchega". En: XXXI Jornadas Científicas y X Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Zamora: 106-108.
- Rodríguez González, A. (2009): Revista "La serranía natural: la oveja Payoya" 25 nov.
- Rodríguez-Nogales, J.M., Vivar-Quintana, A.M., Revilla, I. (2007): "Influence of Somatic Cell Count and Breed on Capillary Electrophoretic Protein Profiles of Ewe's Milk: A Chemometric Study". J. Dairy Sci. 90:3187–3196.
- Rogers, S. A., and Mitchell, G. E. (1994): "The relationship between somatic cell count, composition and manufacturing properties of bulk milk, cheddar cheese and skim milk yoghurt". Australian Journal of Dairy Technology, 49, 70–74.



- Romeo, M., Ziluaga, I. y Marco, J. C. (1998): "Diagnóstico in situ de la infección mamaria mediante palpación, California mastitis test y su seguimiento mediante recuento de células somáticas". *Ovis*, 59, 61–77.
- Rovai, M. (2000): "Caracteres mamarios que afectan a la aptitud al ordeño mecánico de ovejas de raza Manchega y Lacaune". Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sánchez Belda, A., Sánchez Trujillano, M.C. (1986): "Razas Ovinas Españolas". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.S.B.N.: 84-341-0203-X.
- Sánchez Belda, A. (2002): "Razas ganaderas Españolas". Ed. Ministerio de Agricultura. ISBN: 84-491-0535-8.
- Sanz Sampelayo, M.R., Chilliard, Y., Schmidely, P.H., Boza, J. (2007): "Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk". *Small Rumin. Res.* 68: 42–63.
- Saratsis, Ph., Alexopoulos, C., Tzora, A. y Fthenakis, G.C. (1999): "The effect of experimentally induced subclinical mastitis on the milk yield of dairy ewes". *Small Ruminant Research*, 32, 205–209.
- Schukken Y.H., Leslie K.E., Weersink A.J., Martin S.W., (1992): "Ontario bulk milk somatic cell count reduction program. 1. Impact on somatic counts and milk quality". *J. Dairy Sci.*, 75, 3352-3558.
- Schultz, L.H. (1977): "Somatic cells in milk: physiological aspects and relationship to amount and composition of milk". *Journal of Food Protection*, 40, 125–131.
- Scintu, M.F. and Piredda, G. (2007): "Tipicity and biodiversity of goat and sheep milk products". *Small Rum. Res.*, 68: 221-231.
- Serrano, B. (1999): "Caracterización de la estructura, producción lechera y aptitud tecnológica de la raza Merina en la comarca del valle de los Pedroches". Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Sevi, A., Taibi, L., Albenzio, M., Muscio, A. y Annicchiarico, G. (2000): "Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting

parameters and bacteria counts of Comisana ewes". *Small Ruminant Research* 37, 99-107.

- Schlimme, E., Buchheim, W. (2002): "La leche y sus componentes, propiedades químicas y físicas". Ed. Acribia. I.S.B.N.: 84-2000992-X.
- Schultz, L.H. (1977): "Somatic cells in milk: physiological aspects and relationship to amount and composition of milk". *Journal of Food Protection*, 400, 125–131.
- Scolozzi, C., Martini, M. and Abramo, F. (2003): "A method for identification and characterization of ewe's milk fat globules", *Milchwissenschaft* 58, pp. 490–493.
- Shamay, A., Shapiro, F., Barash, H., Bruckental, I. y Silanikove, N. (2000): "Effect of dexamethasone on milk yield and composition in dairy cows". *Annales de Zootechnie*, 49, 343–352.
- Shamay, A., Shapiro, F., Leitner, G. and Silanikove, N. (2003): "Infusion of casein hydrolyzates into the mammary gland disrupt tight junction integrity and induce involution in cows". *Journal of Dairy Science*, 86, 1250–1258.
- Shuster, D. E., Harmon, R.J., Jackson, J.A., Hemken, R.W. (1991): "Suppression of milk production during endotoxin-induced mastitis". *J. Dairy Sci.* 74:3763–3774.
- Sierra, A.C., Barajas, F. Delgado, J.V., Molina, A., Rodero, E. and Barba, C.J. (1998): "Evolución zootécnica del Merino español en tiempos recientes y futuros". *Arch. Zootec.* 47: 255-258.
- Silanikove, N., Merin, U., Leitner, G., (2006): "Physiological role of indigenous milk enzymes: an overview of an evolving picture". *Int. Dairy J.* 16, 533–545.
- Sordillo, L.M., Shafer-Weaver, K., De Rosa, D. (1997): Symposium: "Bovine immunology. Immunobiology of the mammary gland". *J. Dairy Sci.*, 80: 1851-1865.

- Stefanakis, A., Boskos, C., Alexopoulos, C. and Samartzi, F. (1995): "Frequency of subclinical mastitis and observations on somatic cell counts in ewe's milk in northern Greece". *Animal Science*, 61, 69–76.
- Summer, A., Malacarne, M., Sandri, S., Formaggioni, P., Mariani, P. and Franceschi, P. (2012): "Effects of somatic cell count on the gross composition, protein fractions and mineral content of individual ewe's milk". *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(97), pp. 16377-16381.
- Torres-Hernández, G. and Hohenboken W.P. (1979): "Genetic and environmental effects on milk production, milk composition and mastitis incidence in crossbred ewes". *J. Anim. Sci.* 49: 410-417.
- Travnicek, M., Petrik, P., Fedrick, F. and Balascak, J. (1978): "Cell contents in ewes' milk in relation to diagnosis of mastitis". *Veterinarstvi*, 28, 459–460.
- Tyrisevä, A.M., Ikonen, T. and Ojala, M. (2003): "Repeatability estimates for milk coagulation traits and non-coagulation of milk in Finnish Ayrshire cows". *Journal of Dairy Research* 70, 91-98.
- Tziboula-Clarke, A. (2003): "Goat milk". In: H. Roguiski, J. Fuquay and P. Fox, Editors, *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Academic Press, Amsterdam, pp. 1270–1279.
- Ugarte, E., Ruiz, R., Gabiña, D., Beltrán de Heredia, I., (2001): "Impact of highyielding foreign breeds on the Spanish dairy sheep industry". *Livest. Prod. Sci.* 71, 3–10.
- Vandeweghe, J. (1990): "El rendimiento quesero. Predeterminación y medida". "El queso". Ed. Omega- Barcelona. 425—432.
- Vecchi G. and Cavani C., (1987): "Indagine preliminare su alcuni parametri sanitari del latte di pecore Massesi". Tavola Rotonda su "Le mastiti ovine e caprine", Roma 15 maggio.
- Verdi R.J. and Barbano D.M. (1991): "Effects of coagulants, somatic cell enzymes and extracellular bacterial enzymes on plasminogen activation". *Journal of Dairy Science*, 74, 772–782.
- Vijil, E, C. Gonzalo, E. Hurtado, J. Ruiz-Poveda, C. Ciuada and M.F. Prieto. (1986). Cit. Por Molina, 1987.

- Vitkov, M. y Vitanov, S. (1980): "Cell content of ewes' milk in machine milking". *Veterinary Medical Nauki*, 17, 53–58.
- Vivar-Quintana, A.M., Beneitez de la Mano, E., Revilla, I. (2006): "Relationship between somatic cell counts and the properties of yoghurt made from ewes' milk". *International Dairy Journal* 16: 262–267
- Walstra, P. and Jenness, R. (1987): "Química y física lactológica". Ed. Acribia. I.S.B.N. 84-200-0594-0.
- Walstra, P., Wouters, J.T.M. y Geurts, T.J. (2006): "Dairy Science and Technology". 2ª ed. Boca Raton, Florida, EEUU: Ed. CRC Press. Taylor and Francis Group.
- Wedholm, A., Larsen, L.B., Lindmark-Mansson, H., Karlsson, A.H. and Andren, A. (2006): "Effect of protein composition on the cheese-making properties of milk from individual dairy cows". *Journal of Dairy Science* 89, pp. 3296-3305.
- Yanes, J.E. (2008): "La Churra y la Castellana, dos razas emblemáticas y todo un proceso". En: Vivar-Quintana, A.M. (ed.). *Influencia de la leche de oveja en la elaboración de queso Zamorano*, (pp. 53–94). Zamora, España: Fundación Científica Caja Rural.
- Zullo, A., Barone, C.M.A., Chianese, L., Colatruglio, P., Occidente, M. y Matassino, D. (2005): "Protein polymorphisms and coagulation properties of Cilentana goat milk". *Small Ruminant Research* 58, 223-230.
- Zully Cuchillo (2010): "Factores que inciden en el recuento de células somáticas y la calidad de la leche". Tesis doctoral. Universidad Nacional de Colombia (Palmira).

WEB:

- [http://www20.gencat.cat/docs/DAR/DE\\_Departament/DE02\\_Estadistiques\\_observatoris/24\\_Estudis\\_i\\_documentos/01\\_Novetats\\_documentals/Fitxers\\_estatics/2011\\_NDW\\_fitxers/NDW\\_110608\\_PAC\\_ramaderia.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/DAR/DE_Departament/DE02_Estadistiques_observatoris/24_Estudis_i_documentos/01_Novetats_documentals/Fitxers_estatics/2011_NDW_fitxers/NDW_110608_PAC_ramaderia.pdf). (*AgrInfo Nº 19 mayo 2011*).
- <http://www.merina degrazalema.com/#!nuestra-raza> (*AMEGRA, 2013*).
- <http://aplicaciones.magrama.es/arca-webapp/descarga/fichero.html?nombre=0Programa%20Mejora%20Raza%20Merina.%20Definitivo..pdf&contentType=application/pdf> (*Asociación de Criadores de Ganado Merino, 2011*).
- <http://www.cadizturismo.com/destinos/provincias/cadiz/municipios/grazalema/historia/> (*Cadizturismo.com*)
- <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=b3a64bbed9385010VgnVCM1000000624e50aRCRD>. (*Consejería Medio Ambiente. Andalucía a*).
- [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=14356cdf2ccac110VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=11deb19c7acf2010VgnVCM100001625e50aRCRD&lr=lang\\_es](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=14356cdf2ccac110VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=11deb19c7acf2010VgnVCM100001625e50aRCRD&lr=lang_es). (*Consejería Medio Ambiente. Andalucía b*).
- <http://www.consumanaturalidad.com/PaginaGeneral.aspx?idContenido=18152> (*Consuma naturalidad, 2013*)
- <http://www.feagas.com/index.php/es/organizaciones-miembro/especie-ovina/merina-de-grazalema-amegra> (*FEAGAS, 2013*).
- [http://www.magrama.gob.es/app/vocwai/documentos/adjuntos\\_areapublica/caracterizaci%C3%B3n%20del%20sector%20ovino%20y%20caprino%20en%20espa%C3%B1a.pdf](http://www.magrama.gob.es/app/vocwai/documentos/adjuntos_areapublica/caracterizaci%C3%B3n%20del%20sector%20ovino%20y%20caprino%20en%20espa%C3%B1a.pdf) (*MAGRAMA, 2009*).

- <http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-animal/ganado-ovino.aspx> (MAGRAMA, 2013).
- <http://www.mapa.es/es/estadistica/infoestad.html>. (MAPA, 2009).
- [http://www.mercasa.es/noticias/post/semana\\_de\\_los\\_quesos\\_de\\_espana](http://www.mercasa.es/noticias/post/semana_de_los_quesos_de_espana). (Mercasa, 2012).
- [http://www.munimerca.es/mercasa/alimentacion\\_2010/pdfs/pag\\_209-244\\_lechequesos.pdf](http://www.munimerca.es/mercasa/alimentacion_2010/pdfs/pag_209-244_lechequesos.pdf). (Revista Munimerca, 2010).
- [http://www.munimerca.es/mercasa/alimentacion\\_2012/pdfs/pag\\_193-225\\_Leche.pdf](http://www.munimerca.es/mercasa/alimentacion_2012/pdfs/pag_193-225_Leche.pdf). (Revista Munimerca, 2012).