

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

FACULTAD DE VETERINARIA

Departamento de Fisiología Animal



**CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE  
CORDEROS LECHALES MANCHEGOS.  
CORRELACIONES Y ECUACIONES DE PREDICCIÓN**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

María Teresa Díaz Díaz-Chirón

Bajo la dirección de los Doctores:

Vicente Cañeque Martínez  
Concepción Pérez Marcos

**Madrid, 2001**

**ISBN: 84-669-2155-9**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**TESIS DOCTORAL**

**CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE  
DE CORDEROS LECHALES MANCHEGOS.  
CORRELACIONES Y ECUACIONES DE PREDICCIÓN**

**Maria Teresa Díaz Díaz-Chirón  
Madrid, Diciembre 2001**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y DE LA CARNE  
DE CORDEROS LECHALES MANCHEGOS.  
CORRELACIONES Y ECUACIONES DE PREDICCIÓN**

**Memoria presentada por la Licenciada en Veterinaria  
Maria Teresa Díaz Díaz-Chirón para optar al grado  
de Doctor en Veterinaria**

**Madrid, Diciembre 2001**

**D. Vicente Cañequé Martínez**, Investigador de Instituto Nacional de Investigación Agraria y Tecnología Alimentaria, y **Dña. Concepción Pérez Marcos**, Profesora Titular del Departamento de Fisiología Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid,

**CERTIFICAN:** Que la presente Memoria de Tesis Doctoral titulada “Características de la canal y de la carne de corderos lechales Manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción”, del que es autora la Licenciada en Veterinaria **Dña. María Teresa Díaz Díaz-Chirón**, ha sido realizada bajo su dirección conjunta, y cumple las condiciones exigidas para optar al grado de Doctor en Veterinaria.

Para que conste, firman la presente en Madrid, diciembre de 2001.

Fdo.: Vicente Cañequé Martínez

Fdo.: Concepción Pérez Marcos

## **AGRADECIMIENTOS**

A D. Vicente Cañequé Martínez director de esta tesis, que con su inestimable ayuda, dedicación y constante apoyo, ha hecho posible la realización de la misma.

A Dña. Concepción Pérez Marcos codirectora de esta tesis, por su amistad, amabilidad y por sus oportunos consejos y correcciones.

A Carolina Manzanares, Joaquín Ripalda y Ketty Fernández, por su amistad, ayuda y enseñanzas sobre las técnicas de laboratorio, y por darme siempre ánimos.

Al Instituto Nacional de Investigación Agraria, Tecnológica y Alimentaria, por facilitarme los medios para la realización de esta tesis.

A Sara, Susana, Javier, Jose, Belén, Judi y a los Planetas, que de una manera u otra, me han ayudado en la realización de esta tesis.

A mi familia, especialmente a Nata, por aguantarme y animarme en todo momento.

A Jesús, por sus críticas constructivas, por la ejecución de gráficos y esquemas y por su apoyo continuo, tanto técnico como moral, durante todos los años que ha durado la realización de esta tesis.

A todos los que directa o indirectamente han facilitado la terminación de esta tesis, a todos muchas gracias.

*A mis Padres*

*A Jesús*

**ÍNDICE**

---

## AGRADECIMIENTOS

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>i</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>5</b>
<b>1. SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>6</b>
1.1. LA RAZA MANCHEGA .....	6
1.2. EL CORDERO LECHAL.....	8
1.3. PRODUCCIÓN DE LECHAL MANCHEGO.....	10
<b>2. CALIDAD DE LA CANAL</b> .....	<b>12</b>
2.1. LA CANAL Y SUS TIPOS EN ESPAÑA .....	12
2.2. PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CANAL .....	13
2.2.1. PESO CANAL, RENDIMIENTOS Y PÉRDIDAS .....	14
2.2.2. ENGRASAMIENTO .....	16
2.2.3. CONFORMACIÓN .....	18
2.2.4. CLASIFICACIÓN DE LA CANAL .....	21
2.2.5. PROPORCIÓN DE PIEZAS .....	23
2.2.6. COMPOSICIÓN EN TEJIDOS .....	25
2.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CANAL .....	32
2.3.1. FACTORES INTRÍNSECOS .....	33
2.3.1.1 Raza .....	33
2.3.1.2 Sexo .....	35
2.3.1.3 Edad y Peso .....	37
2.3.2. FACTORES EXTRÍNSECOS .....	39
2.3.2.1 Sistemas de Producción .....	39
<b>3. CALIDAD DE LA CARNE</b> .....	<b>41</b>
3.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CARNE.....	41
3.1.1. pH .....	41
3.1.2. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA Y PERDIDAS POR COCCIÓN .....	43
3.1.3. COLOR .....	47
3.1.4. TEXTURA .....	50
3.1.5. COLÁGENO .....	53
3.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CARNE .....	57
3.2.1. FACTORES INTRÍSECOS .....	57
3.2.1.1 Tipo de Músculo .....	57
3.2.1.2 Raza .....	59
3.2.1.3 Sexo .....	62
3.2.1.4 Peso .....	64
3.2.1.5 Edad .....	66
3.2.2. FACTORES EXTRÍNSECOS .....	68
3.2.2.1 Alimentación .....	68
3.2.2.2 Época del Año .....	71
3.2.2.3 Estrés .....	71

<b>4. CALIDAD DE LA GRASA</b> .....	<b>74</b>
4.1. PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA GRASA .....	78
4.1.1. COMPOSICIÓN DE LA GRASA ANIMAL .....	78
4.1.2. COLOR DE LA GRASA .....	83
4.2. FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA GRASA .....	84
4.2.1. FACTORES INTRÍNSECOS .....	84
4.2.1.1 Edad y Peso .....	84
4.2.1.2 Sexo .....	86
4.2.1.3 Raza .....	87
4.2.1.4 Especie .....	88
4.2.1.5 Posición Anatómica .....	89
4.2.2. FACTORES EXTRÍNSECOS .....	91
4.2.2.1 Alimentación .....	91
<b>III. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>95</b>
1. ANIMALES .....	96
2. MÉTODOS REALIZADOS SOBRE LA CANAL .....	97
2.1. METODOLOGÍA EN EL MATADERO .....	97
2.1.1. MEDIDAS DE ENGRASAMIENTO .....	98
2.1.1.1 Medidas Objetivas .....	98
2.1.1.2 Medidas Subjetivas .....	99
2.1.2. MEDIDAS DE CONFORMACIÓN .....	103
2.1.2.1 Medidas Objetivas .....	103
2.1.2.2 Medida Subjetiva .....	104
2.2. METODOLOGÍA DEL DESPIECE .....	105
2.3. METODOLOGÍA DE LA DISECCIÓN .....	107
3. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CARNE.....	108
3.1. pH .....	108
3.2. COLOR .....	108
3.3. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA .....	108
3.4. COLÁGENO .....	109
3.4.1. DETERMINACIÓN DEL COLÁGENO TOTAL .....	109
3.4.2. DETERMINACIÓN DEL COLÁGENO SOLUBLE .....	110
4. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA GRASA .....	111
4.1. COLOR .....	111
4.2. DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS .....	111
4.2.1. EXTRACCIÓN DE LÍPIDOS .....	112
4.2.2. FORMACIÓN DE ÉSTERES METÁLICOS .....	113
4.2.3. CROMATOGRAFÍA DE GASES .....	114
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	115

<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>117</b>
<b>1. CALIDAD DE LA CANAL</b> .....	<b>118</b>
1.1. CRECIMIENTOS, PESOS, RENDIMIENTOS Y PÉRDIDAS .....	118
1.2. QUINTO CUARTO .....	121
1.3. ENGRASAMIENTO DE LA CANAL .....	122
1.3.1. MEDIDAS OBJETIVAS .....	123
1.3.2. MEDIDAS SUBJETIVAS .....	124
1.4. CONFORMACIÓN .....	129
1.4.1. MEDIDAS OBJETIVAS .....	129
1.4.2. MEDIDA SUBJETIVA .....	130
1.5. COMPOSICIÓN REGIONAL .....	131
1.6. COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL .....	132
1.6.1. PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL .....	134
1.7. COMPOSICIÓN TISULAR DE LAS PIEZAS .....	135
1.8. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE TEJIDOS .....	137
1.8.1. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE MÚSCULO .....	138
1.8.2. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE HUESO .....	139
1.8.3. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE GRASA .....	139
1.8.4. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LOS DEPÓSITOS GRASOS .....	140
1.8.5. RELACIONES M/H, M/G Y GS/GI DE LAS DISTINTAS PIEZAS DE LA CANAL .....	141
<b>2. CALIDAD DE LA CARNE</b> .....	<b>144</b>
2.1. pH .....	145
2.2. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA .....	145
2.3. COLÁGENO .....	146
2.4. COLOR .....	146
<b>3. CALIDAD DE LA GRASA</b> .....	<b>148</b>
3.1. COLOR .....	148
3.2. COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS .....	149
3.2.1. GRASA DE LA PIERNA .....	149
3.2.1.1 Grasa Subcutánea .....	149
3.2.1.2 Grasa Intermuscular .....	151
3.2.1.3 Grasa Intramuscular .....	154
3.2.2. GRASA DEL COSTILLAR .....	156
3.2.2.1 Grasa Subcutánea .....	156
3.2.2.2 Grasa Intermuscular .....	159
3.2.2.3 Grasa Intramuscular .....	161
3.2.3. GRASA PELVICORRENAL .....	163
<b>4. PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL</b> .....	<b>166</b>
4.1. PREDICCIÓN A PARTIR DE LAS PIEZAS DE LA CANAL .....	166
4.1.1. CORRELACIONES ENTRE LOS TEJIDOS DE LAS PIEZAS Y DE LA CANAL .....	166
4.1.2. ECUACIONES DE PREDICCIÓN A PARTIR DE LAS PIEZAS DE LA	

CANAL .....	170
4.1.2.1 Ecuaciones de Predicción a partir de los Tejidos de la Pierna .....	170
4.1.2.2 Ecuaciones de Predicción a partir de los Tejidos del Costillar .....	172
4.1.2.3 Ecuaciones de Predicción a partir de los Tejidos de la Espalda .....	175
4.1.2.4 Ecuaciones de Predicción a partir de los Tejidos del Badal .....	178
4.1.2.5 Ecuaciones de Predicción a partir de los Tejidos de los Bajos .....	180
4.1.2.6 Ecuaciones de Predicción a partir de los Tejidos del Cuello .....	182
<b>4.2. PREDICCIÓN DE LAS COMPOSICIÓN TISULAR A PARTIR DE MEDIDAS</b>	
<b>OBJETIVAS Y SUBJETIVAS DE LA CANAL .....</b>	<b>184</b>
4.2.1. <i>EL ENGRASAMIENTO COMO PREDICTOR DE LA COMPOSICIÓN</i>	
<i>TISULAR .....</i>	<i>184</i>
4.2.2. <i>LA CONFORMACIÓN COMO PREDICTORA DE LA COMPOSICIÓN</i>	
<i>TISULAR .....</i>	<i>188</i>
4.2.3. <i>OTROS PARÁMETROS COMO PREDICTORES DE LA COMPOSICIÓN</i>	
<i>TISULAR .....</i>	<i>190</i>
4.2.4. <i>PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL</i>	
<i>A PARTIR DE ECUACIÓN DE REGRESIÓN MÚLTIPLE .....</i>	<i>192</i>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>196</b>
<b>1. CALIDAD DE LA CANAL .....</b>	<b>197</b>
1.1. PESOS, RENDIMIENTOS Y PÉRDIDAS .....	197
1.2. QUINTO CUARTO .....	199
1.3. ENGRASAMIENTO DE LA CANAL .....	200
1.3.1. <i>MEDIDAS OBJETIVAS .....</i>	<i>200</i>
1.3.2. <i>VALORACIÓN VISUAL DEL ESTADO DE ENGRASAMIENTO .....</i>	<i>201</i>
1.3.3. <i>EFFECTO DEL SEXO Y PESO DE SACRIFICIO .....</i>	<i>204</i>
1.4. CONFORMACIÓN .....	205
1.5. COMPOSICIÓN REGIONAL .....	208
1.6. COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL .....	209
1.7. COMPOSICIÓN TISULAR DE LAS PIEZAS .....	212
1.8. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE TEJIDOS .....	215
<b>2. CALIDAD DE LA CARNE .....</b>	<b>218</b>
2.1. pH .....	218
2.2. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA .....	220
2.3. COLÁGENO .....	222
2.4. COLOR .....	223
<b>3. CALIDAD DE LA GRASA .....</b>	<b>225</b>
3.1. COLOR .....	225
3.2. COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS .....	225
3.2.1. <i>CARACTERÍSTICAS .....</i>	<i>226</i>
3.2.2. <i>EFFECTO DEL SEXO Y PESO DE SACRIFICIO .....</i>	<i>231</i>
<b>4. ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN</b>	

---

TISULAR DE LA CANAL .....	235
4.1. ECUACIONES DE PREDICCIÓN A PARTIR DE LAS PIEZAS DE LA CANAL .....	235
4.2. ECUACIONES DE PREDICCIÓN A PARTIR DE MEDIDAS OBJETIVAS Y SUBJETIVAS DE LA CANAL .....	240
4.2.1. EL ENGRASAMIENTO COMO PREDICTOR DE LA COMPOSICIÓN TISULAR .....	240
4.2.2. LA CONFORMACIÓN COMO PREDICTORA DE LA COMPOSICIÓN TISULAR .....	243
4.2.3. OTROS PARÁMETROS COMO PREDICTORES DE LA COMPOSICIÓN TISULAR .....	246
4.2.4. PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL A PARTIR DE ECUACIÓN DE REGRESIÓN MÚLTIPLE .....	249
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>252</b>
<b>VII. RESUMEN .....</b>	<b>256</b>
<b>VIII. SUMMARY .....</b>	<b>261</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>265</b>

## **INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

## I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La carne de cordero está considerada como un producto de gran calidad, por ser natural, estar libre de sustancias perjudiciales para la salud humana, y por su particular aroma y facilidad para la preparación culinaria (Torrent, 1991). Además debido a que se trata de un producto tradicional y de gran arraigo entre los consumidores, mantiene una demanda elevada.

Cada país e incluso cada región presentan unas preferencias sobre un determinado tipo de canal, con un rango muy definido de peso que a su vez está ligado a características productivas. Así en los países del Área Mediterránea, son preferidas las canales ligeras procedentes de animales de edad temprana y criados principalmente a base de concentrado, mientras que en el Norte de Europa se prefieren animales de pesos mayores, que por la mayor disponibilidad de pastos, son criados a base de los mismos.

Para los criadores de ovino Manchego en la zona de “La Mancha”, la explotación está orientada hacia la producción de leche, que proporciona elevados ingresos al ganadero, ya que constituye la materia prima para la elaboración de queso con Denominación de Origen: “Queso Manchego”. Esta producción de leche, se acompaña necesariamente de la producción de corderos, siendo para el ganadero ventajoso el destete temprano de los mismos. La venta de estos corderos de peso muy bajo, supone un apartado de ingresos también importante para los ganaderos.

El cordero Manchego cuenta con una Denominación Específica “Cordero Manchego”, que abarca animales con un periodo mínimo de lactación de 30 días, cuya edad al sacrificio está entre 60-90 días y con un peso vivo al sacrificio de 22-28 Kg. En esta denominación no están incluidos los corderos lechales, que son muy demandados en la región y en provincias adyacentes, principalmente Madrid, donde alcanzan un elevado precio debido a su gran calidad.

La promoción de productos con certificaciones de calidad puede resultar muy positiva para el mundo rural, especialmente en zonas desfavorecidas, ya que contribuye al incremento de la renta de los ganaderos, propiciando el asentamiento de la población rural en tales zonas, al mismo tiempo que se garantiza la protección del consumidor.

Algunos autores (Sañudo et al., 1998) señalan que el consumo de cordero “per capita” comienza a disminuir progresivamente conforme disminuye la edad del consumidor y se incrementa el número de habitantes. Por eso las Indicaciones Geográficas, Denominaciones de Origen, etc., pueden ser un sistema para intentar defender los productos locales, y atraer a los nuevos consumidores hacia la carne de cordero.

El cordero lechal es un producto cuya demanda y precio está aumentando progresivamente en los últimos años, principalmente en determinadas épocas del año, por una parte debido al aumento del nivel de vida del consumidor, que le permite la adquisición de productos más caros, y por otra debido a la reciente aparición de la encefalopatía esponjiforme bovina, que ha dado lugar al consumo de otras carnes distintas del vacuno.

Las canales y las piezas del cordero se suelen ofrecer como un producto de base sin especificación de sus características. Actualmente el consumidor demanda un producto bien definido y caracterizado, por lo que es importante la determinación de parámetros objetivos relacionados con las características de la canal y de la carne, que puedan servir para caracterizar y normalizar la calidad de la misma.

Así el criterio de calidad más importante en la clasificación comercial de las canales y que condiciona el precio de las mismas, es el engrasamiento valorado principalmente por la grasa de cobertura y su reparto. Por tanto sería de interés conocer si estas diferencias de precio, están justificadas con diferencias en composición y/o en calidad organoléptica. Actualmente las preferencias del consumidor van encaminadas hacia piezas con menor cantidad de grasa y mayor de músculo. En las canales de corderos lechales esto no supone un gran problema, ya que al tratarse de animales muy jóvenes no muestran un excesivo desarrollo de sus depósitos grasos.

En cuanto a la carne de cordero, los factores que más influyen en su aceptabilidad por parte del consumidor, son el color en el momento de compra y la intensidad de sabor y ternura en el momento del consumo. En nuestro país se prefieren las carnes claras y de reducida intensidad de sabor que son características de animales jóvenes.

En la carne de cordero resulta difícil de desligar la calidad de la carne de las características de la grasa, ya que esta participa en la sensación de jugosidad, en la ternura y en la producción del aroma característico y por lo

tanto en la palatabilidad. Además existe un gran interés, por parte del consumidor, sobre la composición en ácidos grasos de la grasa, principalmente la que es consumida, ya que cada vez existe una mayor preocupación sobre las enfermedades ligadas al consumo de grasas saturadas (enfermedades cardiovasculares).

La calidad de la canal, de la carne y de la grasa, esta afectada por un gran número de factores, aunque debido a la corta edad de estos animales y al sistema de producción tradicional, este número se ve reducido. No obstante, es de interés el estudio de alguno de estos factores, que en nuestro trabajo han sido el peso de sacrificio y el sexo.

Por todo lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo fundamental determinar las características de las canales de corderos lechales Manchegos, así como las de su carne y de su grasa. Así como:

- El estudio de los diferentes pesos de sacrificio de los lechales (10, 12 y 14 Kg), y su efecto en la calidad de la canal y de la carne, tratando de determinar el peso óptimo.

- El efecto del sexo sobre la calidad de la canal y de la carne, ya que las diferencias de precocidad entre machos y hembras, que podrían manifestarse a tan corta edad, pueden dar lugar a diferencias en la misma.

- Respecto a la calidad de la grasa, se han estudiado para los pesos de sacrificio indicados y para ambos sexos, los ácidos grasos de los distintos depósitos adiposos (subcutáneo, intermuscular, intramuscular y pelvicorrenal) de la canal, tanto para la pierna como para el costillar.

Por otro lado, como objetivos secundarios se han estudiado:

- Distintos sistemas de clasificación del engrasamiento de canales, con el fin de comprobar si las clases de engrasamiento se corresponden con diferencias en composición tisular. Para cada sistema de clasificación se han determinado las correlaciones con la composición tisular, para así probar su valor predictivo.

- Las ecuaciones de predicción de la composición tisular en los corderos lechales de raza Manchega, en función, por una parte, de la disección de algunas regiones y por otra de las distintas medidas tomadas de la canal.

## ***REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA***

---

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 1. SITUACIÓN ACTUAL

#### 1.1. LA RAZA MANCHEGA

La oveja Manchega debe su nombre a la región de la Mancha donde se halla localizado su núcleo principal. Esta región constituye el antiguo Campo Espartario de los romanos, al que los árabes denominaron “Manxa”= tierra sin agua, siendo una zona agrícola por excelencia. La Mancha es una comarca natural que en la actualidad esta integrada por parte de las provincias de Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo, con una extensión superficial de 67.036 Km<sup>2</sup>.

La climatología de la región ofrece valores extremados, con máximas que alcanzan y superan los 40°C y mínimas que oscilan entre -9,2°C y -22,5°C, las precipitaciones son muy escasas, lo que sitúa a la región en la llamada España árida con un ambiente de extrema sequedad.

En la Comunidad de Castilla La Mancha la producción ovina tiene gran importancia económica. El número de efectivos ovinos de Castilla La Mancha, en miles de cabezas es de 3.453 (MAPA, 1999) de los que un 46% corresponden a la raza Manchega. Esta raza constituye la base del sistema de producción ganadera, cuya importancia económica traducida a millones de pesetas en 1.995 fue de 27.252, superada por Castilla y León con 41.171 millones y seguida de Extremadura con 20.887 millones (Boletín Mensual de Estadística 1999). Además presenta una gran tradición e importancia social en la Comunidad de Castilla la Mancha. Se trata de una raza extendida por casi toda la geografía nacional, estando presente en 40 provincias peninsulares y una insular (Mallorca), lo que representa una cobertura del 82 %.

La raza Manchega comprende un conjunto de ovinos de perfil convexo, proporciones alargadas y tamaño medio o grande, según la zona de ocupación. Los animales adultos tienen pesos de 50 a 60 Kg las hembras y de 70 a 90 Kg los machos. Se trata de una raza de triple aptitud leche-carne-lana, aunque la leche ha sido siempre considerada como la producción principal, siendo su lana de tipo entrefina.

De acuerdo con autores como Gallego *et al.* (1991), el Sistema de producción más generalizado de la oveja Manchega se puede definir por el arquetipo “oveja-cereal”, según la clasificación de Flamant (1990), es decir, muy ligado al aprovechamiento de recursos naturales en el campo, que están constituidos, en gran parte, por los subproductos de las cosechas de cereales

(barbechos y rastrojeras), eriales y monte bajo entre otros. Se trata de rebaños de tipo familiar, que podríamos encuadrar dentro de los que Torres *et al.* (1994), consideran como explotaciones de aprovechamiento mixto, carne-leche, donde se situaría el 40% del censo de Castilla-La Mancha y cuya dimensión media estaría entre las 200-300 cabezas.

La intensificación de las producciones ha incidido sobre la explotación de la oveja Manchega, si bien no con carácter absoluto, ocupando un lugar intermedio entre el sistema citado en el párrafo anterior y las modalidades que incluyen largas fases de estabulación alternativas con alimentación sobre praderas. Por ello en lugar de los hatos manejados por un solo pastor, nos encontramos con módulos mayores, y formulas de manejo distintas (50% del censo) destinadas, bien a la producción de leche con unos rebaños de 300 a 500 animales, o bien a la producción de carne, con rebaños de 500-600 cabezas.

El ritmo reproductivo dominante tiende a la consecución de tres partos cada dos años (54% de los casos) (Gallego *et al.*, 1993). La lactación de las crías tiene una duración entre los 25-40 días en las explotaciones que ordeñan, y se alarga algunos días más en las de orientación exclusiva a la producción de carne. El alto peso al nacimiento (4 a 4,5 Kg) así como la evolución del crecimiento a diferentes edades comerciales, hacen de la Manchega una raza de reconocidas cualidades carniceras.

Extendida y potenciada la producción lechera, la raza produce preferentemente corderos lechales, que en un principio eran sacrificados en los apriscos y parcialmente eviscerados, conservando la asadura y la piel, y como cordero encorambrado, llegaban a las carnicerías; con este sistema se evitaban los riesgos del transporte en vivo, conservando las características organolépticas de la carne (Sánchez Belda, 1994).

Al entrar en funcionamiento los cebaderos industriales, parte de los lechales son llevados a pesos superiores para formar el tipo comercial de corderos de cebo precoz, mediante raciones ricas en energía y regímenes alimentarios similares a los monogástricos. La raza Manchega cuenta con la Denominación Específica de la carne de cordero Manchego, que dispone de reglamento publicado en el BOE 11/10/96. Esta denominación se centra en corderos de cebo con un peso vivo en matadero entre 22 y 28 kilogramos, y una edad entre 60 y 90 días y peso de la canal entre 10 y 14 kilogramos.

Es de esperar que dentro de la Denominación citada en el párrafo anterior, o en una de nueva creación, pueda entrar el cordero lechal manchego,

ya que por su número, demanda y valor económico constituye un tipo de producción importante que debería ser tipificada.

## 1.2. EL CORDERO LECHAL

El cordero lechal (también denominado lechazo en algunas regiones), constituye un tipo comercial, que según la normativa reflejada en el BOE, del 30 de Septiembre de 1975, es aquel que recibe como base de su alimentación la leche materna, y se sacrifica con una edad de 25-35 días y un peso vivo entre 8 y 15 Kg, no sobrepasando en ningún caso los 8 Kg de peso de canal.

La mayor o menor ingestión de otros alimentos diferentes a la leche dependerá del peso al sacrificio, cuanto mayor sea este hay más posibilidades de que el cordero ingiera además de la leche materna otros productos, como pueden ser el forraje o el concentrado que reciben las madres, aunque generalmente este consumo es escaso al no ser grande el aporte y ser consumido rápidamente por la oveja. A veces se les proporciona pienso de iniciación, que se puede distribuir en zonas a las que solo tiene acceso el cordero, aunque generalmente esto se realiza cuando se destinan posteriormente a cebo, con el fin de favorecer el que se acostumbren al pienso y destetar lo antes posible.

La producción de lechal en España en los últimos años, ha aumentado tanto en cifras absolutas como relativas, dado que determinadas explotaciones con orientación productiva de carne, comercializan cordero lechal por la creciente demanda del mismo y las diferencias de precio existentes con el cordero pascual, (los precios alcanzados en el mercado español por los lechales superan en más de 50% el del cordero pascual, por lo que el valor de los primeros equivale al 85% de los segundos). Gallego y Torres (1994), matizan que el aumento de la producción de corderos lechales a partir de 1980 para Castilla La Mancha representa el 66,2% del incremento de todos los ovinos sacrificados de esta comunidad. Para Ciria y Asenjo (1997) las razas Churra, Castellana, Awasi y Manchega producen más del 80 por 100 de los lechales comerciales en España.

En la tabla 2.1 (MAPA, 1999) se indican los corderos sacrificados por Comunidades autónomas así como el número de hembras ordeñadas, debido a que la mayor producción de cordero lechal tiene lugar en las explotaciones donde se ordeña. Se observa que la producción de corderos lechales se encuentra regionalizada, siendo Castilla-León la Comunidad Autónoma que

mayor porcentaje de lechales sacrificados (68% del total de animales sacrificados en esta Comunidad).

Castilla-La Mancha es la cuarta comunidad autónoma por el número de corderos sacrificados, pero hay que tener en cuenta que su producción real es mucho mayor dado el gran número de ovejas que se ordeñan. Esto es debido a que una proporción importante de los lechales producidos, son sacrificados en zonas limítrofes como Madrid y Valencia, y existe además, un gran número de lechales sacrificados para autoconsumo.

Tabla 2.1. Corderos lechales sacrificados (Peso canal y N° Total) y Hembras ordeñadas por Autonomías (MAPA, 1999)

Comunidades	Peso Canal total (TM)	Peso Canal medio (Kg)	Nº total de corderos lechales	Hembras ordeñadas (paridas)
Galicia	213,3	7,5	28.440	2.950
P. de Asturias	299,2	8,1	36.938	18.255
Cantabria	194,3	7,0	27.757	17.666
P. Vasco	2.306,4	6,6	349.455	121.276
Navarra	826,8	7,6	108.789	207.362
La Rioja	1761	7,3	241.233	10.954
Aragón	669,5	6,4	104.609	-
Cataluña	1777,6	9,1	195.341	-
Baleares	654,6	9,2	71.152	6.875
Castilla y León	13.390,7	6,3	2.125.508	1.697.612
Madrid	1910,7	7,3	261.739	88.598
Castilla La Mancha	1896	7,5	252.800	980.046
C. Valenciana	857,4	7,6	112.816	1.796
R. De Murcia	179,5	7,1	25.282	-
Extremadura	41	7,8	5.256	25.305
Andalucía	201,9	7,8	25.884	-
Canarias	24	7,9	3.038	12.483
España	30.640	7,9	3.878.546	3.191.178

### 1.3. PRODUCCIÓN DEL LECHAL MANCHEGO

La producción del cordero lechal no solo se encuentra muy concentrada, geográficamente, sino también temporalmente. En Castilla La Mancha la distribución es irregular durante el año y así resulta el mes de Diciembre de máxima producción, seguido de Enero, con otro aumento en Marzo-Abril. La fuerte demanda de carne de cordero lechal en las fiestas navideñas, junto al alto precio alcanzado en estas fechas, hace que en muchas explotaciones se programen las épocas de parto para vender los corderos en estos días.

Independientemente de su elevada extensión por la geografía española, la raza Manchega, como ocurre con el lechal, se caracteriza por su marcada concentración geográfica ya que más del 86% de las ovejas reproductoras se encuentran en cinco provincias únicamente. En efecto en Albacete se concentra el 26,3% del censo total, y en Ciudad Real el 26,6%, seguidos de Toledo con 17,1%, Cuenca 13% y de Madrid y Guadalajara con el 5 y 3% respectivamente. Por ello nos hemos centrado en las Comunidades de Castilla La Mancha y de Madrid.

Los datos que figuran a continuación (Tabla 2.2), que corresponden al año 1996 sobre el número de corderos lechales sacrificados, se han obtenido a partir del Anuario del Censo y Producción Agraria publicado por el MAPA (1999).

Tabla 2.2. Corderos lechales sacrificados (Tm., peso y nº total) por provincias (MAPA, 1999).

	Peso Canal total (TM)	Peso Canal medio (Kg)	Nº total de corderos lechales
<b>- C. Castilla La Mancha:</b>			
Albacete	138,2	5,8	23.828
Ciudad Real	256,8	6,4	40.125
Cuenca	173,2	7,5	23.093
Guadalajara	728,9	8,1	89.987
Toledo	598,7	7,9	75.785
<b>- C. Madrid</b>	1910,7	7,3	261.739
<b>Total</b>	<b>3806,5</b>	<b>7,2</b>	<b>514.557</b>

En la mencionada tabla, se puede observar la gran cantidad de corderos lechales sacrificados en Madrid y áreas limítrofes como es la provincia de Guadalajara, que no se corresponde con el censo de reproductoras de estas

zonas (Tabla 2.3). Esto se debe a la gran demanda de lechal en Madrid lo cual supone que sea netamente importadora de este tipo de canal.

Por otra parte según estudios realizados por diversos autores (Gallego y Torres, 1994 y Gallego *et al.*, 1993) todas las provincias que abarca la región, presentan unas proporciones mayoritarias de ovejas de raza Manchega alcanzando los siguientes niveles: Albacete se aproxima al 64%, seguido de Toledo y Ciudad Real que superan el 50% del censo provincial, Cuenca se sitúa próximo al 40% al igual que Madrid y finalmente Guadalajara está próxima al 25%. (Tabla 2.3).

En la tabla 2.3 se señala el número de reproductoras de raza Manchega, obtenido a partir de los datos de reproductoras totales, habiéndose incluido los datos de la Comunidad de Madrid, por su importancia.

Tabla 2.3. Reproductoras ovinas en Castilla-La Mancha, destacando reproductoras de raza Manchega y hembras totales en ordeño. (MAPA, 1999; Gallego y Torres 1994).

	% Machega	Total	Manchega	Ordeño
Madrid	41	138.561	56.810	88.598
Albacete	63,7	576.517	367.241	218.489
Ciudad Real	50	603.153	301.576	245.125
Cuenca	40,9	306.421	125.326	178.014
Toledo	53	410.434	217.530	265.100
Guadalajara	23	364.769	83.897	99.954

Según se deduce del cuadro anterior, el 48% del censo total de reproductoras de estas seis provincias corresponden a ovejas Manchegas. Del mismo modo se considera que un porcentaje aproximado, del 48% corresponde a los corderos lechales manchegos sacrificados, respecto al total. Como el número total de corderos lechales sacrificados es de 514.557 (Tabla 2.2), la producción final de lechal manchego se estima en 246.987 cabezas en 1996.

## 2. CALIDAD DE LA CANAL

### 2.1. LA CANAL Y SUS TIPOS EN ESPAÑA

En el Reglamento CEE nº 2137/92, del Consejo relativo al modelo comunitario de clasificación de canales de ovino, se define la canal como “el cuerpo entero del animal sacrificado tal y como se presenta después de las operaciones de sangrado, eviscerado y desollado, sin cabeza (separada a nivel de la articulación occipito-atloidea), patas (separadas a nivel de las articulaciones carpo-metacarpiana o tarso-metatarsiana), y sin cola (separada entre la sexta y la séptima vértebra caudal) y desprovista también de ubres, órganos sexuales, hígado y asadura. Los riñones y la grasa de riñonada se incluyen en la canal”. Se permiten presentaciones distintas cuando no se use la de referencia, con presencia de asadura, cabeza y epiplon (BOE 29/09/87).

La Norma de calidad para canales de ovino destinadas al mercado nacional (BOE, 30/9/75) distingue cuatro tipos de canales:

Lechal. “Canales de hasta 8 Kg de peso, procedentes de animales alimentados fundamentalmente con leche y una edad inferior a mes y medio” (con un peso vivo de 8 a 14 Kg de peso vivo y normalmente unos 25-40 días de edad).

Ternasco. “Canales procedentes de animales de una edad entre 50 y 70 días y un peso vivo entre 20 y 24 Kg alimentados con leche y pienso como complemento.

Cordero Pascual. “Canales procedentes de animales sacrificados a una edad entre 70 y 100 días y peso vivo generalmente superior a los 24 Kg. Según haya sido alimentado en aprisco de forma intensiva o criado en pastoreo, recibe la denominación de “cordero de cebo precoz” en el primer caso o de “pastenco” en el segundo.

Ovino mayor. “Canales procedentes de animales de más de un año de edad.” Que proceden de desvieje y desecho del rebaño.

Al sacrificar a un animal, además de la canal se obtienen una serie de subproductos también aprovechables, que se conocen como despojos. En el Real Decreto 147/93, se definen los despojos como “aquellas carnes frescas que no son las de la canal, incluso si están anatómicamente unidas a la misma”, y las vísceras que se encuentran en las cavidades torácica, abdominal y pélvica incluyendo la tráquea y el esófago. Así forman parte de los despojos o quinto cuarto las patas, la piel, la cabeza también denominados “caídas”; la sangre, la asadura (que además del hígado incluye los pulmones), el bazo, el diafragma, el páncreas, la vejiga y el aparato reproductor femenino llamadas

“vísceras rojas”; el aparato digestivo y sus grasas (omental y mesentérica), también llamadas “vísceras blancas”.

La piel es el componente más importante de los despojos, ya que alcanza del 10 al 20 % del valor del animal, el hígado y el sebo son, después de la piel, los componentes más valiosos del quinto cuarto. El resto, cabeza, patas, aparato digestivo y otros órganos internos, alcanza un valor mucho más bajo, alrededor del 5 % del total.

Delfa (1992), afirma que el quinto cuarto en el Ternasco de Aragón supone el 31.6% del peso vivo del animal y el 36.2% del peso vivo vacío; representando un 16.4% del precio de venta del animal vivo y un 15.9% del precio de venta de la canal, siendo “las caídas” las que representan el mayor porcentaje, un 65.2% del valor del quinto cuarto debido principalmente a la piel. Los “despojos rojos” alcanzan un 24.5% siendo el hígado el que más contribuye a dicho porcentaje, representando los “despojos blancos” un 7.7% .

## 2.2. PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CANAL

En los distintos eslabones de la cadena de comercialización de la canal: productor, entrador, carnicero, transformador, comprador y consumidor se presentan diversas exigencias en cuanto a la calidad de la canal, que a veces están enfrentadas entre si.

Para el productor la calidad depende del beneficio, y por tanto está vinculada al animal que en un corto espacio de tiempo y a un coste lo más bajo posible, debe producir una canal que se compre a precio elevado. A este nivel es muy importante la alimentación ya que va a influir sobre el crecimiento relativo de los diferentes músculos (Boccard y Dumont, 1970).

Para el entrador y el carnicero tienen importancia los rendimientos tanto en canal como al despiece además de las características propias de la canal. Para el transformador la calidad está condicionada por el rendimiento de los tejidos de la canal y su aptitud para la conservación. Por último al comprador y al consumidor no les importa la canal, si no la carne y valoran su apariencia (color, forma, engrasamiento..), aroma, sabor, jugosidad y terniza (Colomer-Rocher, 1973).

Colomer-Rocher (1973) definió la calidad de la canal como “el conjunto de características cuya importancia relativa confiere a la canal una máxima aceptación y un mayor precio”. Así las características idóneas que debería presentar una canal serían:

-La mínima proporción de hueso que sea suficiente para mantener las masas musculares.

-Una masa muscular de morfología adecuada que se distribuya preferentemente en las regiones anatómicas de mayor valor comercial.

-Un estado de madurez y una distribución del tejido conjuntivo suficientes para sostener las estructuras de los músculos y mínima para conferir a la carne una adecuada ternura y jugosidad.

-Un estado de engrasamiento mínimo pero suficiente para una buena conservación y transporte y para proporcionar a la carne unas propiedades sensoriales óptimas.

-Un color y consistencia del músculo y de la grasa acordes con las preferencias del consumidor.

-Rendimiento al despiece alto, principalmente de aquellas piezas con mayor aptitud culinaria.

- Un sabor apropiado de la carne acorde con las preferencias del consumidor.

Los criterios utilizados para definir la calidad de una canal son principalmente el peso, la conformación, el engrasamiento, la proporción de piezas y la composición tisular, (Harrinton y Kempster, 1989). Algunas de estas características como el peso de la canal, su conformación y engrasamiento, se utilizan para clasificar la canal y por lo tanto para fijar su precio.

### *2.2.1. PESO DE LA CANAL, RENDIMIENTOS Y PÉRDIDAS*

El peso de la canal es una característica de gran interés ya que influye en su conformación, engrasamiento, composición en tejidos y proporción de piezas, y por lo tanto incide directamente en su calidad y precio. Está directamente correlacionado con el peso de sacrificio, y este debe coincidir con el punto de madurez en el cual la raza alcanza un nivel de calidad deseable u óptimo (Berg y Butterfield, 1976). El peso de la canal, comercialmente es el que determina el valor de la misma, ya que la industria comercializa sobre la base de precio por kilogramo (Harris, 1982).

Para cada especie, sistema de producción, raza y sexo, hay un peso óptimo de sacrificio que se corresponde con el peso de canal, que reúne las características que satisfacen un determinado mercado. La consecución del peso óptimo de sacrificio para cada situación concreta, conduce a la máxima rentabilidad (Colomer-Rocher y Espejo, 1973).

Con vistas a establecer el valor de un animal vivo como animal de carnicería, se necesita saber su rendimiento, siendo para ello necesario conocer el peso de la canal, ya que el rendimiento de la canal es el porcentaje de peso de canal obtenido con respecto a un peso vivo determinado.

Según que pesos de canal o del animal consideremos, podremos obtener los distintos rendimientos:

$$\text{Rendimiento matadero} = \text{PCF/PVS} \times 100$$

$$\text{Rendimiento comercial} = \text{PCF/PVA} \times 100$$

$$\text{Rendimiento verdadero o biológico} = \text{PCC/PVV} \times 100$$

En cuanto a los pesos que figuran reflejados en las formulas anteriores, tenemos dos pesos tomados en el animal vivo, que son: el peso vivo en aprisco (PVA), que es el peso vivo del animal en la explotación, antes de enviarlo al matadero, sin que esté en ayunas, y el peso vivo de sacrificio (PVS) que es el peso instantes antes del sacrificio, habiendo transcurrido un periodo de ayuno. El peso vivo vacío (PVV) es el PVS descontándole el peso del contenido digestivo.

El peso de la canal caliente (PCC) es el peso de la canal justo cuando acaba de faenarse en el matadero, y el peso de la canal fría (PCF) es el peso de la canal después de un periodo de refrigeración, que suele ser de 24 horas.

El rendimiento es con frecuencia un dato de poca importancia ya que enmascara otros factores Berg y Butterfield (1976). Para que fuera un dato interesante, habría que definir las condiciones de las pesadas en vivo y de la canal, así como describir el faenado. El rendimiento que presenta un mayor interés es el rendimiento verdadero, ya que para su obtención se ha descontado el peso del contenido digestivo.

Entre el peso vivo en aprisco (PVA) y el peso vivo sacrificio (PVS) ha tenido lugar un periodo de ayuno y un transporte que dan como resultado unas pérdidas por ayuno que generalmente engloban el transporte. Las pérdidas por ayuno dependen de la edad y de la alimentación de los animales, ya que están ligadas al desarrollo del aparato digestivo. La cuantía de estas es menor para los animales jóvenes aumentando hasta en un 6-7% para corderos de peso alto (Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1993a).

Entre el peso de la canal caliente (PCC) y el peso de la canal fría (PCF), existen unas pérdidas que son las pérdidas por refrigeración. Estas pérdidas

están relacionadas con el engrasamiento de la canal, disminuyendo al aumentar el mismo (Guía y Cañeque, 1992).

### 2.2.2. ENGRASAMIENTO

El estado de engrasamiento de la canal puede definirse como la proporción de grasa que presentan las canales respecto de su peso. Interesa un estado de engrasamiento mínimo pero suficiente para una buena conservación y transporte de las canales y para proporcionar a la carne unas propiedades sensoriales óptimas.

Es uno de los factores que producen mayor variación en el valor comercial de la canal (Briskey y Bray, 1964), y por lo tanto, es el criterio de calidad más importante para su clasificación comercial.

La grasa de la canal está asociada a la cantidad de carne existente en la misma (Hammond, 1932; Shelton y Carpenter, 1972); por esta razón Flamant y Bocard, (1966) indicaron que la determinación de uno de los grupos de tejidos (hueso y músculo por una parte y grasa por otra) basta para caracterizar una canal, ya que la carne y la grasa están inversamente relacionadas.

Diversas medidas de engrasamiento se han utilizado como predictoras de la composición tisular de la canal. Hopkins, (1994), encuentra que la medida del espesor de la grasa subcutánea cuando es utilizada junto con el peso de la canal caliente, aumenta la exactitud de la predicción del contenido de magro. Kempster *et al.*, (1976) llegan a la conclusión de que la puntuación visual del estado de engrasamiento es un buen predictor de la proporción de músculo de la canal.

El estado de engrasamiento se puede determinar mediante medidas objetivas y por apreciaciones subjetivas. Entre las primeras se encuentran la medida del espesor de la grasa dorsal y la cantidad de grasa pelvicorrenal y entre las segundas la valoración visual del estado de engrasamiento y la apreciación de la grasa pelvicorrenal.

**Medidas Objetivas:**Espesor de la grasa dorsal

La grasa de cobertura de la canal, ejerce una acción protectora sobre los músculos; regulando por una parte el enfriamiento de los mismos y evitando por otra el oscurecimiento de la carne como consecuencia de la oxidación de la mioglobina (Lawrie, 1966). McCrae *et al.* (1971), indican la conveniencia de un mínimo de grasa de cobertura para evitar el acortamiento por frío cuando las canales son refrigeradas rápidamente.

El espesor de la grasa de cobertura está en relación directa con la grasa total de la canal y por lo tanto con su porcentaje. Esta medida fue propuesta por Colomer-Rocher *et al.* (1988) tomándola en un punto situado a 4 cm. de la línea media y a 4 cm. del borde posterior de la última costilla.

Peso de la grasa pelvicorrenal

Debido a que el peso de la grasa pelvicorrenal presenta una correlación muy alta con el peso de la grasa total de la canal (Boccard *et al.*, 1958), ha sido utilizada como índice del estado de engrasamiento de la canal (Espejo *et al.*, 1974). Flamant y Boccard (1966) también han utilizado la grasa de riñonada asociada a la grasa de cobertura como indicadores de la grasa total de la canal.

La cantidad de grasa pelvicorrenal es un buen predictor de la composición tisular de la canal, cuando puede ser extraída de la misma, durante el proceso de preparación de la canal.

**Medidas Subjetivas:**Valoración visual del engrasamiento

La estimación de la grasa de cobertura, tanto en función de su cantidad como de su distribución, constituye la referencia primordial para valorar el estado de engrasamiento de la canal.

En la mayoría de los mataderos europeos la grasa de cobertura se valora sólo de forma subjetiva, así se evita la devaluación de la canal que se produce cuando se secciona para tomar otras medidas de engrasamiento y además es el método más cómodo, rápido y barato para predecir el contenido graso de la canal.

Esta medida consiste en la evaluación de la cantidad de grasa de cobertura mediante su apreciación visual. Presenta una serie de inconvenientes como consecuencia de ser un método subjetivo, influyendo en su precisión y validez la experiencia del evaluador y las condiciones medioambientales.

Para su determinación es esencial la utilización de patrones fotográficos, principalmente en los casos en los que las canales presentan un rango de engrasamiento muy estrecho.

### Valoración visual de la grasa pelviorrenal

Como el peso, la apreciación visual de la grasa pelviorrenal también presenta una correlación alta con la grasa total de la canal. Se realiza según el método propuesto por Colomer-Rocher *et al.* (1988), y consiste en la apreciación visual de la cantidad de grasa existente en la cavidad pelviana y que rodea a los riñones. Este método consta de una escala de tres puntos: poca (1), normal (2), y mucha (3), que se corresponde según Colomer-Rocher (1984), con un 2.11, 2.64 y 3.78 por 100 de grasa pelviorrenal respectivamente.

### 2.2.3. CONFORMACIÓN

La conformación es la característica de la canal que nos indica su forma general. De Boer *et al.* (1974) la definieron como el espesor de los planos musculares y adiposos en relación al tamaño del esqueleto, distinguiendo entre los términos de muscularidad (relación entre el grosor del músculo y el tamaño del esqueleto) y conformación (relación entre el grosor del músculo y de la grasa con el tamaño del esqueleto que los soporta).

Para Colomer-Rocher y Kirton, (1975), la conformación puede definirse como la distribución y proporción de las diferentes partes que componen la canal. De una manera genérica la conformación o morfología podría definirse como la distribución y proporción de las diferentes partes que forman un cuerpo, en este caso la canal (Sañudo y Sierra, 1993).

Una canal bien conformada va a presentar en sus regiones anatómicas un predominio de perfiles convexos y de medidas de anchura, frente a los perfiles cóncavos y medidas de longitud, dando una sensación de corta, ancha, redondeada y compacta (Sañudo y Sierra, 1993). Este tipo de canales están mejor valoradas en el mercado, pagándose a un precio más alto.

Según Colomer-Rocher (1972), existen relaciones intrínsecas entre conformación, desarrollo, forma de los músculos y composición física de la canal. Así canales bien conformadas presentan mayores proporciones de grasa y partes anatómicas de desarrollo tardío, menos tejido óseo y músculos más cortos y anchos (Kirton *et al.*, 1967). Además estas canales a igual peso y estado de engrasamiento, parecen tener unas relaciones músculo/hueso más altas y por lo tanto superiores porcentajes de magro.

La conformación mejora con el incremento de peso y el estado de engrasamiento (Delfa *et al.*, 1987), pero para grados de engrasamiento semejantes y a un mismo peso de canal, depende generalmente del genotipo.

Sin embargo Boccard y Dumont, (1960b), encuentran que debido a la “Ley de la Armonía Anatómica”, las canales de igual peso y estado de engrasamiento, poseen proporciones semejantes de piezas independientemente de su conformación. Relacionado con esto Fourie (1965), realizando la disección del tejido muscular de canales de razas Southdown, Romney y sus cruces, encontró que las canales más compactas no obtenían ventajas sobre las más alargadas en cuanto a la cantidad de músculo, además con la conformación no variaba la proporción de músculos económicamente más importantes respecto del músculo total.

Kempster y Cuthberson (1977), en canales procedentes de los principales tipos de corderos británicos observaron que a porcentaje de grasa subcutánea constante, aún existiendo diferencias en la conformación, éstas no eran indicativas de diferencias en el contenido magro o distribución del peso de magro en piezas de alto valor económico.

Kempster *et al.* (1986b), encontraron que las medidas objetivas de conformación, eran malas predictoras de la composición tisular de la canal, aunque contribuyen a mejorar la precisión en ecuaciones de regresión múltiple.

La conformación de la canal puede determinarse de forma objetiva y subjetiva:

### **Medidas Objetivas**

Están basadas en la determinación de las dimensiones de la canal mediante medidas de longitud, anchura, espesor y profundidad de la canal.

Las medidas de longitud y anchura de la canal sirven para objetivizar y justipreciar su valor (Aparicio *et al.*, 1986a). Como ocurre con las de longitud, las medidas de anchura están más correlacionadas entre sí que con las de

longitud (Boccard *et al.*, 1964), bastando para caracterizar una canal una medida de longitud y otra de anchura.

Boccard *et al.* (1964), observaron que a medida que aumentaba el peso de la canal, lo hacían diversas medidas de anchura y longitud, de manera que la variación de la mayoría de estas medidas puede explicarse por la variación en el peso de la canal.

El crecimiento de un animal, en periodos cortos, se va a manifestar más por el aumento de su grosor (aumento de músculo y grasa), que por el alargamiento del soporte óseo, por lo que el peso estaría más relacionado con la anchura que con la longitud.

Las medidas objetivas más representativas son las siguientes:

- Medida F o longitud de la pierna. Fue propuesta por McMeekan (1939). Es la distancia entre el punto más caudal del periné y el punto más distal del borde medial de la superficie articular tarso-metatarsiana. Esta relacionada con el porcentaje de pierna de la canal (Boccard *et al.*, 1958).
- Medida G o anchura de la grupa. Propuesta por Palsson (1939). Es la anchura máxima entre los trocánteres de ambos fémures. Está correlacionada con el peso de la canal ( $r=0.785$ ) (Boccard *et al.*, 1958).
- Medida B o perímetro de la grupa. Robinson *et al.* (1956). Se realiza a nivel de los trocánteres de ambos fémures. Está correlacionada con el peso del músculo.
- Medida Wr o anchura del tórax. Barton *et al.* (1949). Es la anchura máxima de la canal a nivel de las costillas. Está correlacionada con el peso de la canal (Boccard *et al.*, 1958).
- Medida L o longitud interna de la canal. Palsson (1939). Es la distancia máxima entre el borde anterior de la sínfisis isquiopubiana y el borde anterior de la primera costilla en su punto medio.
- Medida Th o profundidad del tórax. Palsson (1939). Distancia máxima entre el esternón y el dorso de la canal a nivel de la sexta vértebra torácica.
- Medida Os<sub>1</sub>. Boccard *et al.* (1958). Distancia que separa los bordes externos de los huesos central- cuarto tarsiano y segundo-tercer tarsiano, a nivel de la superficie articular tarso-metatarsiana.
- Medida Os<sub>2</sub>. Boccard *et al.* (1958). Distancia que separa al maléolo interno de la tibia del maléolo de la base del hueso tarsoperoneo.

A partir de estas medidas se crearon una serie de índices, que permiten una mejor caracterización de la canal y además disminuir el efecto del peso de la canal, de gran influencia, como ya se ha dicho, sobre las mismas (Clarke y McMeekan, 1952):

- Índice de compacidad de la pierna. Es el cociente entre la anchura de grupa y la longitud de la pierna ( $G/F$ ) Palsson (1939).
- Índice de compacidad de la canal. Es el cociente entre el peso de la canal fría y la longitud interna de la canal ( $PCF/L$ ). También se denomina índice de carnosidad y sirve para valorar la distribución de la carne y la grasa en la canal (Thwaites *et al.*, 1964).
- Índice de redondez del pecho. O cociente entre la anchura y profundidad del tórax ( $Wr/Th$ ).

### **Medidas Subjetivas:**

#### Valoración subjetiva de la conformación:

Se realiza mediante la apreciación visual de la forma de las canales, evaluando el desarrollo de los perfiles de la canal y en particular de las partes esenciales de la misma (cuartos traseros, lomo, paletilla).

En el Reglamento (CEE) 2137/92 del Consejo para canales ovinas, se presenta una escala de conformación, que se utiliza sólo para canales mayores de 13 Kg. Consta de 6 clases: SEUROP; siendo la clase P para las canales peor conformadas y la S para las de conformación superior.

#### **2.2.4. CLASIFICACION DE LA CANAL**

Existen una serie de dificultades a la hora de utilizar un sistema de clasificación común para todos los estados miembros de la UE, ya que debido a la diversidad de genotipos y sistemas de producción, hay diferencias en cuanto a los pesos al sacrificio y de la canal, y edades de sacrificio entre países e incluso dentro de cada país. A esto hay que unir que las diferentes zonas presentan hábitos de consumo, tradiciones culinarias y conceptos de calidad dispares.

Las canales pesadas de la Europa verde presentan unas características diferentes a las de las ligeras de la Europa mediterránea, además de un mayor peso, poseen una mejor conformación y un mayor engrasamiento. Debido a esto, las canales de la Europa mediterránea se ven penalizadas en los

sistemas de clasificación por su poco peso, mediocre conformación y escaso engrasamiento subcutáneo, aunque su carne es de calidad superior al proceder de animales de menor edad que están alimentadas a base de leche y concentrados.

Parece por ello necesario incorporar en los sistemas de clasificación de canales, criterios que sean indicadores de la calidad total del producto, o por lo menos no incluir criterios depreciativos que vengán a inducir la falsa idea de que las canales pesadas son de superior calidad y por lo tanto, deben recibir mayor precio. Hay que considerar que son productos distintos y que en ambos tipos de canales se puede alcanzar una carne de calidad.

Así, para Kaufman (1968), los rendimientos, aunque son proporciones que tienen valor como factores económicos, en general no sirven cuando se pretende clasificar canales, debido a que con estos porcentajes sólo podríamos comparar animales sacrificados al mismo peso, con igual contenido digestivo y la misma composición de la canal.

Por otro lado, la utilización de modelos de clasificación para las canales presenta una serie de ventajas, como son: mayor facilidad en la valoración de las mismas, transparencia comercial en la formación del precio y en el producto, favorecer la homogeneidad de productos garantizando y protegiendo al comprador y consumidor, sirviendo, además, de orientación al productor.

En el Reglamento (CEE) nº 2137/92, del Consejo, se especifica la normativa relativa a la clasificación de las canales, existiendo diferentes criterios según el peso de las mismas:

· Canales pesadas: aquellas de peso igual o superior a 13 Kg. Estas canales se clasifican mediante apreciación subjetiva de la conformación y del engrasamiento:

-Conformación, utilizando una escala de 5 puntos (EUROP), o de 6 si se incluye la clase Superior (SEUROP), siendo la clase P para las canales peor conformadas y la S para las de conformación superior.

-Engrasamiento, utilizando una escala de 5 puntos (1-5), según la grasa subcutánea y la de los depósitos torácico y abdominales. las de grado 1 corresponden a las canales muy magras y el 5 a las canales excesivamente grasas.

· Canales ligeras: aquellas de peso menor a 13 Kg. No se tiene en cuenta en ellas la conformación debido a la poca influencia que va a presentar en este tipo de canales. La clasificación se realiza mediante la apreciación subjetiva del

estado de engrasamiento y del color del músculo, y según el peso de la canal, de acuerdo con los siguientes baremos:

-Engrasamiento: La determinación del estado de engrasamiento (clase de cobertura grasa) se realizará según una escala de 4 puntos utilizando como referencia unos patrones fotográficos.

Se tiene en cuenta la cantidad de grasa subcutánea o de cobertura y su distribución a lo largo de la canal, el grado 1 corresponde a las canales muy magras y el 4 a las muy grasas.

-Color: Apreciación subjetiva del color del músculo *Rectus abdominis* (recto abdominal), utilizando una escala de 5 puntos (1-5).

-Peso canal: Se utilizan tres categorías:

Categoría A: <7 Kg.

Categoría B: de 7.1 a 10 Kg.

Categoría C: de 10.1 a 13 Kg.

Corresponderán a la categoría 1ª, aquellas canales pertenecientes a los tres rangos de pesos, que hayan sido clasificadas por su cobertura grasa dentro de las clases 2 y 3, y por el color del músculo en las clases 1,2 y 3, perteneciendo a la Categoría 2ª el resto de canales.

#### 2.2.5. PROPORCIÓN DE PIEZAS

Uno de los factores que determinan la calidad de la canal es su composición anatómica, ya que las distintas piezas que la forman se agrupan según su valor comercial en diferentes categorías. De manera general los cortes que proceden de la parte trasera del animal alcanzan los precios más elevados. Para el consumidor la pierna y las chuletas constituyen los mejores cortes del cordero.

En el proceso del despiece se divide la canal en trozos en función de sus características anatómicas, dureza, color, etc., que facilita la comercialización al carnicero. El despiece difiere de unos países a otros e incluso dentro de un mismo país, según las características de sus canales, los hábitos de cada localidad y las tradiciones del mercado.

Debido a las diferencias tanto comerciales como prácticas del proceso de despiece y piezas resultantes no se puede utilizar el despiece que se lleva a cabo en mataderos y salas de despiece a nivel de investigación.

Carrol y O'carrol (1964), señalaron que habría que considerar un único sistema para el despiece, con unas normas precisas, y con una nomenclatura de referencia, ya que según Sañudo (1980) en los distintos mercados existen criterios diferentes para la denominación y para el despiece, llegando a citar con el mismo nombre piezas anatómicamente diferentes.

Diversos autores, entre ellos Dhanda *et al.* (1999) en cabritos, han encontrado diferencias importantes entre los porcentajes de las piezas registradas, debido a que no coinciden los procedimientos de despiece empleados. Por ello, establecer una única metodología para el despiece, permitiría poder comparar resultados entre distintos equipos (Timon y Bichard, 1965a).

En el caso de las canales ovinas, el despiece tradicional es muy parecido al realizado a nivel de investigación, ya que los criterios tomados para el despiece en muchos casos se basan en los realizados por los carniceros tradicionales (Sierra, 1977).

Para realizar comparaciones entre autores, se recomienda seguir un despiece normalizado. El primero fue descrito por Bocard y Dumont (1955), según el método de París. Posteriormente se describió una variante del anterior por Colomer-Rocher, *et al.* (1972) y (1988), de acuerdo con el despiece tradicional practicado en Aragón.

Las piezas obtenidas en el despiece de la canal se agrupan en función de su calidad comercial en tres categorías (primera, segunda y tercera), que están determinadas por el valor que adquieren estas piezas en el mercado. Las piezas que se incluyen en la primera categoría son la pierna, el badal y el costillar, en la segunda categoría la espalda y en la de tercera categoría los bajos y el cuello.

Así en la tabla 2.4 se indica un despiece tipo para las tres clases de cordero de mayor producción en nuestro país, observándose una disminución con el peso de la canal de la pierna y espalda y un aumento del costillar y badal.

Tabla 2.4. Peso y proporción de las piezas de canal de corderos Manchegos machos, obtenidas según el despiece propugnado por Colomer-Rocher *et al.* (1972) (Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1993b):

Pieza	Lechal		Ternasco		Cebo precoz	
	Peso	%	Peso	%	Peso	%
Media canal	3807	100	5507	100	7876	100
Pierna	1305	34.33	1869	33.94	2574	32.68
Costillar	751	19.70	1169	21.23	1736	22.05
Badal	270	7.10	412	7.50	616	7.84
Espalda	824	21.68	1094	19.89	1556	19.17
Cuello	255	6.72	403	7.33	564	7.16
Bajos	398	10.46	557	10.11	827	10.49
1ª Categoría	2326	61.13	3450	62.67	4926	62.57
2ª Categoría	824	21.68	1094	19.89	1556	19.77
3ª Categoría	653	17.18	960	17.44	1391	19.65

Existe una relación entre la composición regional y la composición tisular de manera que al aumentar la proporción de grasa, aumenta la proporción de costillas de lomo y falda, y al aumentar el músculo, aumentan porcentualmente la pierna y el pecho (Boccard *et al.*, 1976; Sañudo, 1980).

#### 2.2.6. COMPOSICIÓN EN TEJIDOS

El valor de la canal viene determinado fundamentalmente por la composición tisular, la proporción de piezas y la composición química. El interés de conocer la composición tisular de la canal y de sus piezas, se justifica debido a los requerimientos de los consumidores hacia carnes y piezas con una mayor proporción de magro, por lo tanto esta composición influye en la calidad comercial de la canal (Kempster *et al.*, 1982).

Existe una gran variedad de tejidos muscular, óseo, cartilaginoso, adiposo, epitelial, nervioso... Sin embargo, los principales tejidos desde el punto de vista productivo son el muscular, óseo y graso. Estos componentes varían en su porcentaje según el grado de madurez del animal. Cuantitativamente el componente más importante es el músculo seguido de la grasa y el hueso.

En el proceso de crecimiento y desarrollo de un animal, los diferentes tejidos corporales, van evolucionando siguiendo la ley de desarrollo tisular (Hamond, 1932) que nos describe el crecimiento de los tejidos orgánicos de acuerdo a la siguiente secuencia: nervioso, óseo, muscular y adiposo. Tanto los tejidos como las regiones corporales en la especie ovina, presentan un patrón de crecimiento antero-posterior y disto-proximal.

Los principales tejidos de la carne presentan unas ondas de crecimiento desfasadas unas de otras de tal manera que la máxima velocidad de crecimiento en relación al crecimiento total del animal se producirá en distintos momentos de la vida del individuo, y dependerá de la raza y de su nivel nutritivo. Así las razas de madurez precoz depositan tanto carne como grasa antes de completarse el crecimiento de los huesos y de los órganos internos, siempre y cuando el nivel nutritivo sea alto, ya que en caso contrario se comportarían como las de madurez tardía.

En la tabla 2.5, se indica a modo de ejemplo, la composición en tejidos de los tres tipos más representativos de corderos Talaveranos.

Tabla 2.5. Composición tisular de la media canal corregida de corderos machos Talaveranos (Guía y Cañeque, 1992).

	Tipos comerciales		
	Lechal	Ternasco	Cebo precoz
Peso media canal (Kg)	2.94	5.47	7.84
Músculo total (%)	56.84	60.15	59.50
Grasa total (%)	17.41	19.63	23.25
Hueso total (%)	25.75	20.24	17.23

#### *Hueso:*

El tejido óseo forma el esqueleto del cuerpo del animal realizando la función de sostén de las partes blandas del organismo. Es un tejido de desarrollo precoz ya que antes del nacimiento debe de ser funcional para el soporte del resto de tejidos corporales (Widdowson, 1980). Su proporción en la canal disminuye a medida que aumenta el peso de la misma; en canales de corderos Talaveranos desciende de 25,75% la proporción de hueso total en lechales hasta 17,23% en corderos de cebo precoz (Guía y Cañeque, 1992).

Al igual que el resto de tejidos corporales, el hueso presenta un crecimiento diferencial siguiendo el modelo antero-posterior y disto-proximal, así primero se desarrollan los huesos de las extremidades (metatarso y metacarpo), desarrollándose más precozmente los de la extremidad anterior. Los huesos del esqueleto axial son los últimos en desarrollarse (Butterfield, 1988). Según Palsson (1939), la medida de la longitud y el peso del gran metacarpiano izquierdo, están muy correlacionadas con el hueso total de la canal ( $r=0.75$  y  $r=0.94$  respectivamente), por lo que pueden ser utilizados como variables independientes en las ecuaciones de predicción de la composición tisular de la canal.

Según Hammond, (1932), los huesos van a crecer en anchura tras el cese del crecimiento en longitud.

#### *Músculo:*

Es el componente que se encuentra en mayor proporción en la canal. Es interesante que esta proporción sea alta, ya que su proteína es la que confiere el valor nutritivo a la carne, además determina desde el punto de vista del carnicero y del consumidor el valor económico de una pieza.

El tejido muscular esta constituido principalmente por fibras musculares estriadas que se unen formando fascículos, que a su vez constituyen el músculo esquelético. Junto a él se encuentra el tejido conjuntivo (epimisio, perimisio y endomisio), ligamentos, tendones, la grasa infiltrada en el músculo, vasos sanguíneos y nervios.

Este tejido presenta una onda de crecimiento posterior al tejido óseo, pero es de desarrollo más precoz que el adiposo. La proporción de músculo varia con el tipo comercial, para Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994a), en corderos manchegos la proporción de músculo total de las canales es de 59,43% en lechales, pasando a un 57,70% en las canales de cebo precoz.

El músculo presenta un desarrollo similar al del resto del cuerpo es decir disto-proximal, por lo que crece primero en las extremidades y posteriormente en la región lumbar y torácica.

Butterfield *et al.*, (1983) encontraron que la pierna crece a mayor velocidad que el resto de la musculatura corporal. La velocidad de crecimiento muscular depende del nivel de consumo de energía en cualquier fase del desarrollo, influyendo también el genotipo (Prescott, 1982)

### Grasa:

El tejido graso está constituido por adipocitos especializados en el almacenamiento de grasas, y por tejido conjuntivo de sostén. Es un tejido muy bien vascularizado ya que tiene un metabolismo muy alto. Está especializado en el almacenamiento de lípidos, cumpliendo la función de reservorio energético y de aislante térmico para animales que viven en climas fríos, debido a que reducen las pérdidas de calor por disipación siendo un excelente aislante.

Su proporción en la canal presenta tendencia a aumentar. Así en los corderos Talaveranos (tabla 2.5) pasa de un 17.41% en los lechales a un 23.25% en los de cebo precoz (Guía y Cañeque (1992).

Los depósitos grasos van a conferir protección a determinados órganos como riñones, aparato digestivo, además la grasa subcutánea o de cobertura, protege a la carne de las pérdidas de agua durante su conservación, así como de las posibles quemaduras originadas durante la congelación.

Para Prescott, (1982), la grasa es el componente de la canal que presenta una mayor variabilidad cuantitativa y a igualdad de pesos, puede estar influido notablemente, por el genotipo y por la alimentación.

El tejido graso es de desarrollo tardío, presentando una alometría positiva con relación al organismo (coeficiente de alometría superior a 1). Esta alometría positiva se acentúa con la edad de los animales (Thériez *et al.*, 1981). Sigue un desarrollo similar al del resto de tejidos, es decir con ondas de crecimiento que van desde las regiones más distales hacia la mitad posterior del lomo y los flancos.

La deposición del tejido adiposo durante el periodo de engorde, tiene un coste de producción alto, ya que la eficacia de conversión alimenticia se ve disminuida con su aumento.

La grasa tiene una notable influencia en el precio de la canal, así el exceso puede depreciarla, pero se requiere un mínimo ya que va a proporcionar a la canal propiedades de sapidéz y aroma idóneos, además hace que disminuyan las pérdidas por oreo.

La grasa en los ovinos suele ser sólida y consistente con un gran contenido en ácidos grasos saturados, desprendiendo en el momento del sacrificio un olor característico que puede ser causa de rechazo. Este contenido es menor en animales jóvenes estabulados y alimentados con

concentrados, presentando su grasa un olor y sabor más agradable (Sierra, 1973).

Las proporciones de los distintos tejidos de la canal se obtienen mediante la disección completa de la canal, o de la media canal, no existiendo diferencias significativas entre las dos medias canales (Cubero y Sañudo 1979). Debido al alto coste de estas técnicas, se recurre a la disección de una de las piezas de la canal estimándose la composición de la canal completa mediante ecuaciones de predicción a partir de los tejidos de esa pieza.

Se han realizado multitud de ecuaciones para la predicción de la composición tisular de la canal, utilizando como variables independientes, la disección de determinadas piezas, medidas de engrasamiento y de conformación y combinaciones de estas. Algunos investigadores al aplicar las ecuaciones descritas por otros detectan discrepancias entre los valores reales y los predichos (Kempster, 1981a; Diestre, 1985). Esto es debido a que estas ecuaciones deben ser empleadas bajo las mismas circunstancias de raza, edad de sacrificio, características zootécnicas y de manejo de los animales, que las empleadas en cada uno de los trabajos.

Las proporciones de músculo y grasa de la canal varían de forma inversa (Wood y Enser, 1991). Así entre la grasa y el músculo Taylor *et al.* (1989) encontraron coeficientes de correlación de  $r = -0.81$ . Mientras que el hueso presenta una proporción relativamente constante en relación al músculo y grasa.

Kempster (1981a), afirmó que la predicción de la composición tisular de la canal a partir de una pieza era más exacta que la obtenida a partir de medidas de conformación y engrasamiento. También Kempster *et al.* (1976), observaron que la espalda en primer lugar y el badal en segundo, eran las piezas que proporcionaban una mayor precisión en la predicción de la proporción de músculo.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994b), encontraron que la pierna y la paletilla son las piezas que mejor predicen la composición tisular de la canal.

Timon y Bichard (1965b), señalaron que el costillar era la pieza que mejor predecía el porcentaje de músculo de la canal y Field *et al.* (1963), que el costillar era la pieza más indicada para predecir los porcentajes de grasa y hueso, obteniendo correlaciones de 0.89 y 0.84 respectivamente. En cuanto a

la proporción de músculo, la pierna y la paletilla fueron las mejores predictoras con coeficientes de correlación de 0.86 y 0.87 respectivamente.

Guía y Cañeque (1992), en corderos de raza talaverana, encontraron que la mejor pieza para predecir la proporción de músculo y hueso, era la espalda con unos coeficientes de determinación  $R^2=0.99$  y  $R^2=0.94$  respectivamente, incluyendo además en las ecuaciones el peso de la media canal. Para la grasa en cambio las mejores ecuaciones fueron las obtenidas a partir de la pierna con un  $R^2=0.99$ .

Algunos autores para mejorar la precisión de las ecuaciones, utilizan junto con la composición tisular de algunas piezas, medidas de engrasamiento y conformación. Diestre (1985), utilizó conjuntamente la composición tisular de la espalda, peso de la canal, proporción de grasa pelviorrenal y apreciación visual de la grasa pelviorrenal.

La estimación de la composición de la canal a partir del peso de al misma es poco fiable (Field *et al.*, 1963). Incluso la estimación del músculo por el peso de la canal es insuficientemente precisa a pesar de la relación positiva entre peso de la canal y del músculo (Kirton y Barton, 1962). La predicción de la cantidad de hueso a partir del peso de la canal tampoco es concluyente (Barton y Kirton 1958).

Berg y Butterfield (1976), aseguran que el peso de la canal es una medida inadecuada para expresar el valor carnicero de un animal, ya que el menor o mayor peso de canal aisladamente no es un indicativo de calidad. En cambio para Hopkins, (1994), el peso de la canal caliente (PCC) explica la mayor parte de la variación en peso de magro, por lo que puede ser utilizado como estimador de la composición de la canal, sirviendo para predecir sobre todo el contenido en grasa de la misma.

Un buen predictor es aquel con el que se consigue un mayor nivel de predicción en relación al coste (Kempster *et al.*, 1986a), por lo que el peso de la canal sería el mejor predictor de la composición tisular, ya que es una medida tomada rutinariamente a nivel de matadero y su coste es muy bajo.

Según Palsson, (1939), la medida de la longitud y el peso del gran metacarpiano izquierdo están muy correlacionadas con el hueso total de la canal ( $r=0.75$  y  $r=0.94$  respectivamente), por lo que pueden ser utilizadas como variables independientes en las ecuaciones de predicción de composición tisular de la canal.

## Relaciones entre Tejidos

La relación músculo/hueso (M/H), nos va a dar una idea de la cantidad de carne comestible que tiene un animal en relación al hueso. Este índice está estrechamente relacionado con el tamaño del animal. Berg y Butterfield (1976), afirman que a peso constante de la canal, hueso o grasa, el cociente M/H es función del genotipo.

La relación músculo/grasa (M/G), nos va a indicar si una canal es grasa o es magra. La relación M/G disminuye progresivamente conforme crece el animal debido a que la grasa se desarrolla más tardíamente que el músculo. Para Butterfield (1988) es una característica importante en los animales de carnicería, particularmente para el consumidor final. Una vez que se ha alcanzado un óptimo, descensos en esta relación conducen a una disminución de la aceptabilidad de la canal por el consumidor.

### 2.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CANAL

Existe un gran número de factores que pueden afectar a la calidad de la canal y por tanto a su precio. Unos son dependientes del animal: raza, sexo, edad...; otros del manejo al que han sido sometidos en la explotación: ejercicio, condiciones medioambientales, alimentación..., y otros debidos al proceso que sigue el animal desde su sacrificio hasta su conversión en carne: transporte, sacrificio, refrigeración, maduración...

Tabla 2.6 Factores que influyen sobre algunos parámetros relacionados con la calidad de la canal (Sañudo *et al.*, 1998a):

	Calidad de canal			
	Rendimiento	Peso	Conformación	Engrasamiento
<i>Factores intrínsecos:</i>				
Raza	**	***	****	***
Genotipo	**	**	****	**
Sexo	**	***	**	***
Edad-Peso	***	****	*	****
<i>Factores productivos y medioambientales:</i>				
Ambiente-Estación	*	***	0	**
Alimentación	***	***	*	****
Aditivos	*	**	**	****
<i>Factores de Sacrificio y Presacrificio:</i>				
Transporte estrés y ayuno	****	*	0	0
Sacrificio	**	**	0	*
<i>Postsacrificio y comercialización:</i>				
Maduración	0	0	0	0
Estimulación eléctrica	0	0	0	0
Refrigeración de las canales	**	*	0	0
Conservación	0	*	0	0

0: sin influencia; \*: pequeña influencia; \*\*: influencia moderada; \*\*\*: influencia alta; \*\*\*\*: fundamental.

### 2.3.1. FACTORES INTRÍNSECOS

#### 2.3.1.1. Raza

La raza es un factor de gran influencia sobre la calidad de la canal, cuyo efecto puede variar, dependiendo del criterio de comparación usado: igual peso vivo o peso canal, igual edad, grado de madurez...

En función del formato corporal variará la rapidez con que se depositan los tejidos corporales, por tanto a una misma edad cronológica, la composición de una raza tardía y de una precoz serán distintas en función del desarrollo diferenciado de sus tejidos.

Si se hacen comparaciones a igual peso o a igual edad, las razas más precoces o de formato adulto menor, habrán alcanzado mayor grado de madurez y por lo tanto tendrán mayor cantidad de grasa que aquellas razas más tardías (Pollott *et al.*, 1994; Beerman *et al.*, 1995).

Sañudo *et al.* (1997), comparando razas españolas: Churra, Castellana, Manchega, y cruces con Awassi, (Tabla. 2.7.) encontraron que las canales más engrasadas y con mayor cantidad de grasa subcutánea, intermuscular e interna eran las pertenecientes a la raza Churra debido a la mayor precocidad de esta. También se deduce de ese trabajo, que los corderos Manchegos tienen mejores características para la producción de carne, presentando una conformación, contorno de caderas y desarrollo de la pierna más satisfactorios, que el resto de razas rústicas de aptitud lechera.

Tabla 2.7. Composición tisular de la media canal derecha en tres razas españolas y un cruce con Awassi (Sañudo *et al.*, 1997).

<b>Piezas</b>	<b>Churra</b>	<b>Castellana</b>	<b>Manchega</b>	<b>Awassi</b>
Músculo	54.23	56.23	57.89	55.89
Hueso	24.71	25.41	25.76	25.80
Grasa	17.18	14.13	12.70	13.61
Gr. Subcutánea	6.06	4.83	4.14	4.62
Gr. del rabo	0.49	0.34	0.28	2.34
Gr. Intermuscular	10.63	8.96	8.28	6.65
Desechos	3.90	4.23	3.95	4.70

Las canales procedentes de cruces con Awassi fueron las más magras debido a que al ser una raza de mayor talla, en el momento del sacrificio

contaban con menor edad, (Sañudo *et al.*, 1997), presentando además, por la desviación de la grasa hacia la cola, mayor grasa subcutánea en la región lumbar.

Generalmente las diferencias asociadas a la raza y el sexo se eliminan cuando el peso de los tejidos se expresa como proporción del peso de la canal y cuando se comparan a igual proporción de peso maduro (Oberbauer *et al.*, 1994; Snowden *et al.*, 1994).

Wood y Enser (1991), afirmaron que la composición tisular en las distintas razas ovinas es muy similar cuando los animales son sacrificados a porcentajes iguales de su peso adulto (estado de madurez). Las proporciones de músculo y hueso se mantienen prácticamente constantes, apareciendo sólo ligeras variaciones en la grasa.

Snowden *et al.* (1994), realizaron estudios para determinar los pesos óptimos de sacrificio para la producción de carne de cordero, en cuatro razas, concluyendo que la raza menos precoz y de mayor talla, presentaba menos grasa subcutánea y menos grasa pelvicorrenal, por lo que convendría sacrificar a pesos mayores.

Butler-Hogg y Brown (1986), sugieren que las razas lecheras presentan más grasa a pesos altos que las especializadas en la producción de carne.

La raza también influye en la distribución del tejido adiposo, así en las razas de aptitud cárnica la grasa tiende a distribuirse uniformemente por el tejido conjuntivo subcutáneo, mientras que las razas rústicas depositan la grasa en cavidades corporales (Kempster, 1981b), región sacra y base de cola.

La raza afecta más a la conformación de la canal que a la proporción de las distintas regiones corporales para animales de un peso y estado de engrasamiento próximos (Boccard y Dumont, 1960b).

El desarrollo muscular está muy influenciado por la raza del animal, así los corderos de razas muy especializadas en la producción de carne, van a tener mayor desarrollo de los músculos precoces, mientras que los animales menos seleccionados presentan crecimientos más tardíos.

Los huesos de razas mejoradas para la producción de carne son más cortos y relativamente más gruesos que los de las razas no mejoradas, lo que se traduce en una pierna más corta recubierta por una mayor proporción de carne. (Hammond, 1966).

Los animales especializados en la producción de carne presentan mayores rendimientos a la canal. Wylie *et al.* (1997) encontraron que las

canales procedentes de corderos de raza Texel, tienen mejores rendimientos canal que las procedentes de Suffolk (481 frente a 476 g/Kg), criados de la misma manera y sacrificados a 40, 44, y 48 Kg de peso.

#### 2.3.1.2. Sexo

El desarrollo corporal de los animales se encuentra muy influenciado por el sexo, por lo que también va a influir sobre la calidad de la canal. De manera general hay una diferencia en el tamaño corporal entre sexos, los machos son más pesados debido a su mayor tasa de crecimiento y a que este es más prolongado en el tiempo. Las hembras presentan la pubertad a edad más temprana, debido a su mayor precocidad. También se observan diferencias en la conformación y el grado de engrasamiento (Hammond, 1932).

El mayor grado de desarrollo muscular del macho (importante desde el punto de vista de producción de carne), es debido a la acción anabólica de las hormonas masculinas. Sin embargo los machos presentan mayor proporción de cuello y espalda mientras que las hembras poseen mayor proporción de piezas de primera categoría.

Con relación a esto, Butler-Hogg y Brown (1986) encontraron, al estudiar la distribución de los músculos entre machos y hembras, que aunque los machos presentan mayor cantidad de músculo que las hembras, estudiando cada músculo, las diferencias son poco acusadas. También observaron que las hembras presentaban mayor cantidad de músculo en la pierna y menor en el miembro torácico y el cuello, por lo que presentarían mayor cantidad de carne en las piezas de primera categoría, al contrario que los machos.

Otros autores, estudiando el crecimiento de corderos de ambos sexos de raza Talaverana, encontraron que los machos presentaban valores significativamente superiores, en cuanto al peso medio de las piezas, excepto en el costillar y el lomo donde las diferencias de peso eran menores debido al desarrollo del tejido adiposo (Guía y Cañeque (1992).

La disminución de la proporción de las piezas de desarrollo temprano con el aumento de peso de la canal, es mayor en las hembras que en los machos debido a que los coeficientes de alometría son más bajos para ellas. (Colomer-Rocher y Espejo, 1973). (Tabla 2.8).

Tabla 2.8. Coeficientes de alometría de las piezas de la canal ovina (Colomer-Rocher y Espejo, 1973).

<b>Piezas</b>	<b>Machos</b>	<b>Hembras</b>
Pierna	0.913	0.857
Costillar	1.032	1.126
Badal	0.847	0.792
Espalda	0.950	0.892
Cuello	1.025	0.974
Bajos	1.211	1.350

Ya hemos dicho que el desarrollo muscular es mayor en machos que en hembras, mientras que la relación M/H es mayor en hembras debido a que poseen menor desarrollo óseo que los machos (Cañeque *et al.*, 1989). También es mayor el crecimiento en grosor del hueso en los machos que en las hembras y en animales castrados (Hammond, 1932).

Por lo general las hembras presentan un mayor nivel de grasa por unidad de músculo, por lo que su índice M/G será menor que en los machos. Velasco *et al.* (2000), encontraron en corderos Talaveranos, que las hembras presentaban un mayor engrasamiento general de la canal que los machos, esto se vio reflejado en una mayor proporción de grasa total y principalmente de grasa interna (omental, y pelvicorrenal) y subcutánea. Cañeque *et al.* (1989), sugieren que como a igual peso vivo, el engrasamiento de las hembras es mayor, se podrían sacrificar a pesos menores.

Guía y Cañeque (1992) también observaron que el peso medio del tejido muscular y el óseo era significativamente mayor en machos, mientras que para la grasa no observaron diferencias debido a la importancia relativa que adquiere este tejido con la edad en las hembras.

Pérez *et al.* (1995), encontraron en corderos sacrificados a los 105 días de edad, que las medidas de conformación presentaban valores superiores en machos que en hembras como consecuencia del mayor peso que alcanzaron éstos. En cambio Guía y Cañeque (1992), vieron que los machos y hembras a la misma edad presentan medidas de conformación análogas, pero que las canales de las hembras estarían proporcionalmente mejor conformadas.

Los componentes del quinto cuarto también se ven influidos por el sexo, así los machos presentan un mayor desarrollo de cabeza y patas y en cambio

una menor proporción de las grasas omental y mesentérica que las hembras (Vergara *et al.*, 1993; Cañeque *et al.*, 1996).

El sexo tiene influencia sobre los rendimientos presentando a igualdad de peso, mayores rendimientos las hembras que los machos (Vergara *et al.*, 1999a; Velasco *et al.*, 2000), como consecuencia de una mayor deposición de grasa debida a su mayor precocidad.

#### 2.3.1.3. Edad y Peso

La edad es un factor muy ligado al peso y al estado de engrasamiento. Con la edad el peso de sacrificio aumenta, así como el peso de la canal, por lo que hay que esperar que una mayor edad traerá consigo, a partir de un momento determinado, rendimientos de canal (Solomon *et al.*, 1980), y engrasamientos superiores (Zygoiannis *et al.*, 1990; Azíz *et al.*, 1993a).

A medida que aumenta el peso de la canal, la conformación mejora y las medidas de engrasamiento (apreciación visual, espesor de grasa dorsal) aumentan (Bicer *et al.*, 1995; Vergara *et al.*, 1999a). Guía y Cañeque (1992), observaron que todas las medidas de conformación aumentaban en valor absoluto con la edad al sacrificio. A medida que aumenta el peso de la canal, ésta se hace más corta, ancha, redonda y compacta, manifestando una mejor conformación.

La cantidad de grasa de la canal está estrechamente relacionada con el peso de la canal (Falagan, 1980). La proporción de grasa aumenta con la edad de sacrificio, desde un 17% hasta un 29% de grasa, con un fuerte aumento de la pendiente principalmente en las hembras (Kemp *et al.*, 1976), ello es debido a que al ser un tejido de desarrollo tardío, la cantidad de grasa se incrementa en mayor proporción que el resto de los tejidos cuando aumenta el peso de la canal (Pérez *et al.*, 1994).

La cantidad total de hueso y músculo de la canal aumenta con el peso de la misma, aunque no ocurre lo mismo con la proporción de estos tejidos con respecto a la canal, que para ambos va disminuyendo a medida que aumenta el peso (Pérez *et al.*, 1994).

Jeremiah *et al.* (1997a), también observaron una disminución en la proporción de magro de la canal cuando se incrementaba el peso vivo y por lo tanto el peso de la canal. Zygoiannis *et al.* (1990) también señalaron que con el incremento del peso de la canal, la proporción de hueso y músculo disminuye y que la de grasa aumenta (Butterfield, 1988 y Wood y Enser, 1991).

Solomon *et al.* (1980) han encontrado que a medida que se incrementa el peso vivo, el porcentaje de músculo permanece casi constante aunque disminuyendo ligeramente, mientras el de hueso disminuye y el de grasa aumenta.

El cociente M/H va a aumentar al hacerlo el peso vivo del cordero (y consecuentemente el peso de la canal) (Aparicio *et al.*, 1986). Este incremento es rápido hasta que el animal alcanza el 60% del peso adulto, para luego aumentar muy lentamente, por lo que sería conveniente el sacrificio de los corderos a pesos bajos, no superando el 50-60 por 100 de su peso adulto (Butterfield, 1988).

Con el crecimiento del cordero (y por tanto con el aumento de peso), las regiones corporales se van modificando de tal manera que la proporción de piezas de mayor valor como el lomo aumenta en relación a las de menor valor (cabeza, cuello y parte distal de las extremidades) (Hammond, 1932).

La proporción de piezas de desarrollo precoz (pierna, espalda y badal) disminuye al aumentar el peso de la canal según Bocard *et al.* (1962). El fenómeno contrario se presenta en piezas de desarrollo tardío (bajos y costillar), que presentan mayor desarrollo de los tejidos adiposos a medida que el animal se aproxima a la madurez.

El peso de la canal influye en el rendimiento al despiece, pues a mayor peso de la canal mayor peso de las piezas (Pérez *et al.*, 1994). Jacobs *et al.* (1972) confirman que a medida que aumenta el peso de sacrificio y consecuentemente el peso de la canal, la proporción de piezas de primera categoría disminuye. Esto concuerda con Cabrero (1984), para el que al aumentar el peso de sacrificio, se incrementaban el rendimiento, el engrasamiento y el tamaño de la canal, mientras que disminuía la proporción de piezas nobles.

De manera general los rendimientos a la canal aumentan al hacerlo el peso de sacrificio (Pérez *et al.*, 1994 y Vergara *et al.*, 1999a). Así Velasco *et al.* (2000), encontraron en lechales talaveranos, que los rendimientos comercial y de matadero eran mayores en los animales sacrificados a los 12 Kg que en los de 10 Kg, debido a que el incremento de peso de la canal es proporcionalmente mayor que el peso de los despojos (Colomer-Rocher y Espejo, 1971).

Velasco *et al.* (2000), en corderos lechales raza talaverana, encontraron que la proporción de los despojos disminuía con el peso de sacrificio. Resultados similares fueron obtenidos por Cañeque *et al.*, (1998) en corderos

de la misma raza, lo que fue debido a que los animales sacrificados a pesos más bajos presentaron una mayor proporción de patas.

### 2.3.2. FACTORES EXTRÍNSECOS

#### 2.3.2.1. Sistema de Producción

En el término “Sistema de producción” se engloban una serie de factores relacionados con el manejo de los animales: alimentación, edad el destete, pastoreo, condiciones ambientales... . Colomer-Rocher *et al.* (1988) lo definen como el conjunto de particularidades concernientes al manejo, alimentación, selección y reproducción que se realizan en los rebaños en función de la ecología y de los condicionamientos socio-económicos de una determinada región”.

Para que los corderos puedan manifestar las características propias de la madurez precoz, es esencial cuidar su alimentación. Si el nivel de alimentación es bajo, el desarrollo corporal de una raza de maduración precoz sigue el modelo de una de maduración tardía.

Un plano de alimentación alto durante toda la vida del cordero, hace que el animal madure con menor edad y a un menor peso de canal. Hegarty *et al.* (1999), analizando en corderos el efecto de la energía en la dieta, llegaron a la conclusión que los animales sometido a un menor plano nutritivo, presentaron menor proporción de grasa en la canal.

El porcentaje de grasa está determinado por la edad y el plano nutricional (Hammond, 1966), así la grasa es el último tejido en desarrollarse y es el más severamente afectado por la reducción de la alimentación. Dietas altas en energía van a dar lugar a canales más grasas (Sainz *et al.*, 1990), siendo el nivel de proteína menos importante. Un plano nutritivo bajo provoca un incremento en la proporción de magro y reducción en la de grasa (Alfonso y Thompson, 1996).

Sañudo *et al.*, (1997) encontraron que los corderos lechales de raza Churra, cuya alimentación prácticamente es a base de leche, presentaban un engrasamiento tanto interno como externo relativamente altos para su peso. Ello se atribuye a que el consumo de leche ad libitum aporta un excedente de energía que unido a la no muy elevada tasa de crecimiento de estos corderos, se acumula en forma de depósitos grasos. Con relación a esto, Velasco *et al.* (1998), observaron un claro efecto del destete sobre el engrasamiento, aumentando este de forma paulatina con la duración de la lactancia.

Cañeque *et al.* (1998), comparando tres sistemas de destete, encontraron que los rendimientos comercial y verdadero aumentan conforme lo hace el tiempo de permanencia del cordero con la madre. Resultados similares fueron encontrados por Vergara *et al.* (1993), observando que las canales procedentes de corderos que permanecían con la madre hasta el sacrificio presentaron mayores rendimientos (PCF/PVS) (52.1% frente a 48.1%), lo que puede ser debido a su mayor engrasamiento.

Los corderos no destetados presentan un menor desarrollo del estomago comparados con los que han sido destetados (Vergara *et al.*, 1999b; Cañeque *et al.*, 1998), como consecuencia de la alimentación predominantemente láctea.

El tipo de pienso que reciben los animales afecta a la proporción de los despojos principalmente debido al desarrollo del tracto digestivo. Cañeque *et al.* (1999), hallaron en corderos sacrificados a los 28 Kg de peso vivo, diferencias en el quinto cuarto, entre los animales alimentados con un pienso comercial y los alimentados con cebada complementada, teniendo estos últimos una mayor proporción de estómagos. Como consecuencia, los rendimientos a la canal también se vieron afectados por el tipo de pienso, observando unos mayores rendimientos en los alimentados con pienso comercial. Los corderos criados con pienso presentaron además canales y piernas más compactas.

El sistema de cría también puede afectar a la calidad de la canal, presentando los animales que están en pastoreo con respecto a los de aprisco, mayor proporción de pierna (Pérez *et al.*, 1999), debido a que el ejercicio produce un mayor desarrollo muscular principalmente en las extremidades (Barnard *et al.*, 1970). Así más ejercicio implica menor engrasamiento asociado a un mayor volumen muscular.

Los animales sometidos a sistemas de cebo en pastoreo presentan un mayor desarrollo del quinto cuarto y menores acúmulos adiposos en su canal, lo que implica peores rendimientos (Barone y Bertrand, 1975).

### 3. CALIDAD DE LA CARNE

Actualmente en los países desarrollados con disponibilidad holgada de alimentos para la nutrición humana, no se persigue tanto una mayor producción de carne, como una mejor calidad de la misma. Como consecuencia de la importancia del factor calidad, han aparecido diversas certificaciones de calidad como las Denominaciones de Origen, las Denominaciones Específicas de Calidad, las Marcas de Calidad, la Denominación de Origen Protegida y las Indicaciones Geográficas Protegidas.

Por ello en este capítulo vamos a centrarnos en los parámetros que definen la calidad de la carne y no en el concepto de carne ni en la composición de la misma.

#### 3.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CARNE.

##### 3.1.1. pH

El pH del tejido muscular del animal vivo es prácticamente neutro. Cuando el animal muere, el músculo se ve privado de riego sanguíneo y por lo tanto de oxígeno. Esto hace que se bloquee la síntesis de ATP, que es la fuente ordinaria de obtención de energía muscular, con lo cual el músculo se ve obligado a adquirir esa energía por vía anaerobia a partir del glucógeno de reserva, dando lugar a la producción de ácido láctico (Monin, 1988). Mientras exista glucógeno se produce ácido láctico, descendiendo el pH hasta que se interrumpen los fenómenos glucolíticos o bien hasta que se inactivan las enzimas que rigen el metabolismo muscular (Lawrie, 1998).

Tanto el valor final del pH (aproximadamente a las 24 h. después del sacrificio) como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan a las características organolépticas (color, jugosidad, flavor...) y tecnológicas de la misma (capacidad de retención de agua, capacidad de conservación)(Sañudo, 1991)

El pH último, está correlacionado negativamente con la actividad ATPasa miofibrilar y tiene poca relación con el potencial glucolítico, siendo la evolución del pH muy útil para conocer el estado en que se encuentra el músculo en la fase entre el sacrificio y la instauración del *rigor mortis*.

La caída del pH dependerá a su vez del tipo de fibras predominantes y de la actividad muscular antes del sacrificio. Los músculos con predominio de fibras de contracción rápida (blancas) alcanzan valores finales de 5.5 mientras que si existe una mayor cantidad de fibras de contracción lenta (rojas) el pH no baja de 6.3. Así mismo, los músculos del animal que más trabajo desarrollan en el período previo al sacrificio son los que presentan un pH más elevado post-mortem.

Otro factor a tener en cuenta es la temperatura del músculo ya que también modula la velocidad de la glucólisis post-mortem, de modo que temperaturas elevadas (alrededor de 40°C) aceleran el descenso del pH, alcanzándose el pH final en menos tiempo (Pearson y Young, 1989).

Dada la relación que existe entre el descenso del pH y la transformación del músculo en carne, la determinación de este parámetro constituye una buena medida para conocer el proceso de maduración y valorar la calidad de la carne como producto final del mismo (Purchas, 1990). En este sentido Jeremiah *et al.* (1991) propusieron identificar canales consideradas como duras mediante el valor final del pH, llegando a la conclusión de que valores comprendidos ente 5.8 y 6.2 tomados en el músculo *Longissimus dorsi* en ganado bovino de varias razas daban lugar a canales que el consumidor apreciaba como duras. Igualmente Beriain y Lizaso (1997), señalan que a medida que se hace mayor la velocidad de caída del pH y disminuye el pH final de la carne, aumenta su dureza y la cantidad de jugo expelido.

La depleción de glucógeno muscular dependerá en gran medida de todos aquellos factores que causan estrés a los animales, entre los que cabe citar el ruido, los movimientos bruscos, los olores nuevos, la privación de agua y alimento, las temperaturas extremas, las instalaciones inadecuadas, los tiempos prolongados de espera, la ruptura de grupos sociales establecidos y la agrupación de animales de distinta procedencia.

A diferencia del ganado porcino y vacuno, el ovino resulta ser poco susceptible a los efectos del estrés (Charpentier y Goutefongea, 1966), por lo que no presenta los problemas característicos del mismo, como serian los derivados de valores del pH anormales. Así un pH final elevado da lugar a carnes oscuras, con mayor capacidad de retención de agua, de consistencia firme, aspecto seco en su superficie y peor conservación (DFD: Dark, firm, dry), sobre todo en vacuno y porcino (Fischer y Hamm, 1980). La luz es absorbida por la estructura ordenada y traslúcida de las fibras musculares, la reflexión es

baja y las superficies aparecen por ello oscuras. El elevado pH proviene de la utilización de las reservas de glucógeno muscular antes del sacrificio lo que da lugar a una escasa formación de ácido láctico post-mortem.

Un pH último bajo dará lugar a carnes más claras, blandas y con menor poder de retención de agua (PSE: pale, soft exudative). Se debe a la aparición de un metabolismo glicolítico muy rápido que determina una velocidad de descenso del pH y una progresiva desaparición de ATP muy rápida. En este caso las fibras musculares separadas dan lugar a una estructura desordenada con un gran espacio extracelular y la luz se refleja en mayor proporción desde la superficie (Mac Dougall, 1970).

Las experiencias realizadas por Brazal y Bocard (1977) en corderos no mostraron diferencias significativas a las 7 horas postsacrificio entre los valores de pH medidos sobre el músculo *Longissimus dorsi* en animales estresados, tranquilizados y testigos (5.57, 5.60 y 5.56, respectivamente), aunque la caída del pH fue de mayor intensidad en los corderos estresados que en los del lote testigo.

### 3.1.2. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA Y PÉRDIDAS POR COCCIÓN

La carne cruda de los mamíferos inmediatamente después del sacrificio contiene, por término medio, un 75% de agua (Lawrie, 1998), porcentaje que varía con la especie de procedencia y el músculo que se considere. Parte de este agua se pierde por evaporación durante el enfriamiento de las canales (las de bovino pierden hasta un 2% de su peso y en corderos lechales estas pérdidas pueden llegar a ser de un 5%) o por goteo, como consecuencia de la sección de los tejidos (según el grado de división de la carne puede perderse hasta un 6%, porcentaje que llega a doblarse tras la descongelación y que puede ser mayor aún en las carnes PSE). Las mayores pérdidas de agua, sin embargo, se producen en el cocinado de la carne, pérdidas que pueden superar el 40% (Offer y Knight, 1988). Parece, pues, más que justificado el interés por estudiar la capacidad que tiene la carne para retener el agua, tanto cruda como cocinada.

Hamm (1960) define la capacidad de retención de agua (CRA) como la propiedad que tiene la carne para retener su agua constitutiva tanto durante la aplicación de fuerzas externas como por otros tratamientos. Sañudo *et al.* (1992a), la define como la capacidad de la carne para retener el agua que ella

misma contiene cuando se aplican fuerzas externas como cortes, calentamiento, trituración y prensado lo cual presenta un gran interés durante su conservación, fileteado, cocinado y transformación.

La CRA contribuye a la calidad de la carne (Hamm 1960) y de sus productos derivados, estando relacionada con la textura, terniza, y color de la carne cruda y con la jugosidad y firmeza de la carne cocinada (Offer *et al.*, 1989).

El parámetro de calidad más afectado por la CRA es la jugosidad. Al hablar de la jugosidad de la carne se pueden distinguir dos estadios. En primer lugar aparece una jugosidad inicial, que produce sensación de humedad al inicio de la masticación, debido a una rápida liberación de jugo, y que depende básicamente de la capacidad de retención de agua de la carne. Posteriormente, aparece una jugosidad continuada, mantenida o sostenida, la cual está determinada por la cantidad de grasa que esa carne posea.

La grasa que presenta la carne, estimula la secreción de saliva por lo que según algunos autores (Jennings *et al.*, 1978; Sañudo, 1992b), la carne de los animales con mayor estado de engrasamiento es más jugosa. Esto podría explicarse por el efecto que la grasa intramuscular ejerce sobre la microestructura de la carne, permitiendo la retención de una mayor cantidad de agua (Hamm, 1960). También cuanto más tierna es la carne se liberan, más rápidamente los jugos durante la masticación y es mayor la sensación de jugosidad que se produce.

La CRA se supone producida, en primer lugar, por una inmovilización del agua de los tejidos en el sistema miofibrilar (Hamm, 1985); más específicamente debido a que el agua se mantiene atrapada en el músculo por acción capilar.

Según describe Hamm (1963) el 70% del agua constitutiva de la carne fresca se encuentra localizada en las miofibrillas musculares, el 20% en el sarcoplasma y el resto en el tejido conjuntivo. Del total de agua del músculo un 4-5% se encuentra asociada a los grupos polares de la proteína se conoce como "agua ligada". Este grado de unión depende de la solubilidad proteica y esta a su vez del estado de las proteínas miofibrilares (Sayre y Briskey, 1963) y del pH. Así el agua ligada permanece fuertemente unida a las proteínas, incluso cuando se aplican fuerzas externas sobre el músculo. A medida que se alejan de los grupos reactivos de las proteínas se disponen moléculas de agua

unidas por fuerzas de menor intensidad, este agua se denomina "inmovilizada" y la cantidad que se desprende depende de la intensidad de la fuerza externa aplicada sobre el músculo. El agua que se mantiene unida a la estructura del músculo únicamente por fuerzas superficiales se denomina "agua libre" y se libera fácilmente del mismo al aplicar una fuerza externa (Forrest *et al.*, 1979).

Los cambios en la CRA afectan al agua que se denomina "inmovilizada" y no tienen ninguna relación con el "agua de constitución" (fuertemente ligada a grupos específicos de la molécula o ubicada en regiones intersticiales) ni tampoco con el "agua de interfase" (Hamm, 1986). El término "agua ligada" incluye tanto el agua de constitución como el agua de interfase próxima a las proteínas, y el resto de las fracciones se consideran "agua inmovilizada" (en la superficie de las proteínas, en buena medida fijada a sus cargas) (Flores y Bermell, 1984). Solamente tratamientos muy severos (deshidratación a altas temperaturas) afectan al agua ligada.

Básicamente existen dos modelos para explicar la retención de agua por las miofibrillas:

- el coloidal (Hamm, 1960)
- el estructural (Offer y Trinick, 1983)

Por otra parte cambios en la CRA son un indicador muy sensible de los cambios en la estructura de las proteínas miofibrilares (Hamm, 1975; Honikel *et al.*, 1986). Así la desnaturalización de las proteínas disminuye la CRA.

El agua más fácil de extraer es el agua extracelular y de hecho es la que origina el llamado "drip loss" o "pérdida por goteo". Si se aplica una fuerza sobre el sistema, parte del agua inmovilizada se libera como agua perdida; mediciones de este agua liberada son usadas como indicador de las propiedades de ligar el agua de las proteínas (Regenstein *et al.*, 1979).

Los músculos que pierden agua con facilidad son más secos, presentan pérdidas de peso durante la refrigeración, almacenamiento, transporte y comercialización así como cambios sustanciales en su composición. Paralelamente su comercialización se dificulta al alterarse su aspecto.

Después de la muerte y antes del inicio del rigor mortis se produce una reducción del sistema miofibrilar junto con una disminución de la CRA debido al efecto de la disminución del pH (Hamm, 1981, 1982) y de la concentración del

ATP. La instauración del rigor mortis se asocia a una reducción de la CRA por la liberación de iones divalentes ( $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ) y la consiguiente creación de puentes que aproximan las cadenas proteicas al combinarse estos iones con los grupos reactivos negativos de las proteínas.

La causa más importante que determina aumento de la CRA durante la maduración, sería el incremento del pH en el mencionado proceso, hecho que no se produce en el trabajo sobre carne ovina de Beltrán (1988). Honikel (1991) considera que la CRA de la carne depende en más de un 80% del valor final y de la caída del pH del músculo. Parece por ello que existe una relación lineal entre ambos parámetros (pH final y caída del pH) que ha sido ampliamente estudiada por Bouton *et al.* (1971) en ganado ovino.

López (1987) correlaciona el valor de pH final de los músculos *Semitendinosus*, *Longissimus dorsi* y *Triceps brachii*, medido en corderos de raza Lacha, con la cantidad de jugo liberado, y observa que la mayor cantidad de jugo liberado se obtiene en los músculos con valores de pH más elevados, lo que está en desacuerdo con lo expuesto en el párrafo anterior (Sañudo 1980).

La capacidad de retención de agua tiene gran importancia en los procesos tecnológicos a que se ve sometida la carne, y también puede ser indicativo de manipulaciones fraudulentas como ocurre en el caso de la carne con escasa capacidad de retención de agua, lo cual lleva consigo, mayores pérdidas por oreo de la canal, mayores pérdidas al despiezar y filetear, etc. (Sañudo *et al.*, 1992c).

Se han encontrado correlaciones entre la CRA y otros parámetros productivos y de calidad de la carne. Así, Albertí *et al.* (1995) en un trabajo realizado sobre seis razas españolas de terneros, observan que las razas que tuvieron mayor ganancia diaria de peso tendieron a presentar menor CRA del músculo y mayor dureza, además sus canales fueron las más magras (estado de engrasamiento menor).

Respecto a las "pérdidas por cocinado" se producen por la rotura de la membrana celular, y por las modificaciones que sufren las proteínas en relación a su estructura tridimensional con el calentamiento. La mayoría de los autores consultados señalan pérdidas superiores en la carne sometida a un cocinado lento (Abougroun *et al.*, 1985; Pospiech y Honikel, 1991), mientras otros tienen una opinión opuesta (Appel y Löfqvist, 1978; Choun *et al.*, 1986), hay una

tercera postura que señala que el grado de cocinado no afecta la CRA del tejido muscular (Tyszkiewicz y Tyszkiewicz, 1966). Sin embargo, como indica Sierra, (1977) hay que tener en cuenta, no solo el tiempo de cocción sino también el tipo de cocinado, en función de la temperatura, presencia de agua, calor directo, tamaño, grosor y preparación previa de la pieza.

### 3.1.3. COLOR

Desde un punto de vista físico el color de la carne es el resultado de la distribución espectral de la luz que incide sobre ella, y de la intensidad de la luz reflejada por su superficie.

En la percepción visual del color hay tres elementos a considerar: el objeto en cuestión, que en nuestro caso es la carne, la luz y el observador que lo visualiza y por ello se introducen aspectos subjetivos y psicológicos a la percepción de este parámetro.

El color de la carne depende de la concentración de pigmentos hemínicos (fundamentalmente mioglobina), del estado químico de la mioglobina en superficie, de la estructura y estado físico de las proteínas musculares y de la proporción de grasa de infiltración (Warris *et al.*, 1990a).

La mioglobina es una proteína sarcoplasmática, relativamente pequeña, portadora de oxígeno (PM: 16.700). Su función es la de almacenar oxígeno y facilitar su transporte a las mitocondrias. Contiene una proteína, la globina, con un grupo hemo de ferroporfirina que es idéntico al de la hemoglobina. El grupo hemo es el responsable del intenso color rojo-pardo de la hemoglobina y de la mioglobina. La mioglobina exhibe una afinidad muy elevada por el oxígeno, (se halla saturada ya en un 50% cuando la presión de oxígeno es de 1 a 2 mm Hg y en un 95% cuando la presión es de 20mm Hg).

La mioglobina almacena y transporta el oxígeno que necesita el músculo, por lo que su concentración aumenta a medida que crece la demanda de oxígeno; por ello es superior en los músculos más activos y según crece el animal, siendo, además diferente en las distintas especies domésticas. La hemoglobina (especialmente en los animales mal sangrados), los citocromos y los flavonoides pueden influir también en el color de la carne, así como, indirectamente, su contenido en humedad y grasa intramuscular (Cepero y Sañudo, 1996).

No solamente es importante el contenido en mioglobina, sino también el estado químico en que esta se encuentre, produciéndose una interconversión de forma continua entre las tres formas básicas del pigmento lo que hace variar el color según la proporción relativa y la distribución de estos pigmentos.

En la carne fresca la mioglobina se puede presentar en tres formas básicas:

- Mioglobina reducida o desoximioglobina (hierro ferroso,  $Fe^{2+}$ ), Mb. De color rojo púrpura, se encuentra en el interior de la carne donde la presión parcial de oxígeno es baja; subsiste tras la muerte por la propia actividad reductora del músculo.

- Oximioglobina o mioglobina oxigenada (hierro ferroso,  $Fe^{2+}$ ),  $MbO_2$ . Formada cuando la Mb se pone en contacto con el aire con la consiguiente oxigenación del pigmento, es característica de la superficie de la carne fresca, tiene un color rojo brillante y es el color deseado por el consumidor por lo que habrá que intentar alargar su presencia.

- Metamioglobina o mioglobina oxidada (hierro férrico,  $Fe^{3+}$ ), MetMb. Se forma por exposición prolongada de la anterior al oxígeno o directamente desde la mioglobina reducida cuando las presiones de oxígeno son bajas (alrededor de 4 mm), siendo de color marrón-pardo. Cuando supone más del 20% del pigmento total en superficie, Hood y Riordan (1973) indican que dos de cada tres compradores no adquieren la carne.

El color de la carne es uno de los atributos más valorados por el consumidor en el momento de la compra hasta el punto de ser considerado uno de sus criterios preferenciales (Krammer, 1994).

El consumidor en general prefiere una carne de color rojo brillante mientras que rechaza la de color apagado o pardo (Berriain y Lizaso, 1997). No obstante en la aceptación del color influyen factores geográficos, sociales culturales por lo que la generalización en este parámetro es compleja.

La apreciación que tiene el consumidor del color de la carne se ve influida por el grado de infiltración grasa (marmóreo) de la pieza muscular, de modo que valores superiores al 2.5% de contenido de grasa de infiltración aumentan la reflectancia de la luz y en consecuencia proporcionan un aspecto más claro a la carne (Barton-Gade, 1981).

En España el color claro está asociado a carnes jóvenes y por tanto apreciadas, incidiendo de este modo y de forma notable en los precios (López, 1976 y Colomer-Rocher, 1978), contrariamente a otros países comunitarios donde se aceptan con mayor facilidad carnes más oscuras. En los últimos años ha ganado importancia la problemática del color con el desarrollo de la venta de carne en bandejas pre-ensadas.

El sistema de representación del color más adecuado es el CIELAB (CIE, 1986), ya que se presenta más uniforme en la zona de los rojos (Hernández, 1994). Este sistema emplea las coordenadas tricromáticas  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$  (índice rojo) y  $b^*$  (índice de amarillo), de manera que a partir de relaciones entre ellas se pueden obtener las coordenadas colorimétricas, intensidad de color o croma ( $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ) y tono ( $H^* = \arctg b^*/a^*$ ).

La coordenada  $L^*$  es la más relacionada con la valoración visual del consumidor (Murray, 1989). Depende de varios factores como el pH, la capacidad de retención de agua, la humedad, la integridad de la estructura muscular, y en menor medida del grado de oxidación de los hemopigmentos (Palombo y Wijngaards, 1990; Sayas, 1997). En un trabajo realizado por Pérez-Álvarez *et al.* (1998) con carne de pollo, cerdo y ternera, llegan a la conclusión de que el contenido en grasa es otro factor a tener en cuenta sobre esta coordenada, pues las materias primas con mayor contenido en grasa, son las que presentan mayores valores de  $L^*$ .

La coordenada  $a^*$  (rojo-verde) está relacionada con el contenido de mioglobina. En esta afirmación coinciden Pérez-Álvarez *et al.* (1998), quienes encuentran un mayor valor de  $a^*$  en aquellas carnes con mayor contenido en mioglobina.

La coordenada  $b^*$  (amarillo-azul) ha sido relacionada con los distintos estados de la mioglobina (Pérez-Álvarez, 1996). En el trabajo desarrollado por el equipo de este mismo autor en 1998, llegan a la conclusión de que la concentración de mioglobina no es un factor determinante sobre esta coordenada, ya que si esta hemoproteína fuese la determinante, cabría esperar un comportamiento similar al obtenido para la coordenada  $a^*$ . Sin embargo, observan que las "carnes grasas" presentan valores de  $b^*$  similares a los obtenidos para las "carnes magras". Este comportamiento podría deberse a una mayor contribución en "componentes amarillos" por parte de la grasa.

En relación con lo anteriormente expuesto, coinciden Kang *et al.* (1998) quienes en un trabajo sobre carne de ternera de distintas razas, llegan a la conclusión de que a medida que el valor de  $a^*$  aumenta disminuye el valor de  $L^*$  mientras que aumenta el contenido en mioglobina. Según estos autores el valor de  $a^*$  puede ser útil para predecir la concentración de mioglobina y el color de la carne.

Sobre las medidas instrumentales del color de la carne influyen varios factores entre ellos los propios de la estructura de la carne (como son la orientación de las fibras musculares, el almohadillamiento de su superficie, la presencia de grasa y de humedad en superficie) y los relacionados con la mecánica de muestreo (como son la fuerza de aplicación del reflectómetro y la orientación de la cabeza de lectura del mismo).

#### 3.1.4. TEXTURA

La textura de la carne se percibe como un conjunto de sensaciones táctiles resultado de la interacción de los sentidos con las propiedades físicas y químicas entre las que se incluyen la densidad, la dureza, la plasticidad, la elasticidad, la consistencia, la cantidad de grasa, la humedad y el tamaño de las partículas de la misma.

De entre ellas el consumidor confiere una mayor importancia a la terneza o bien si se considera de forma antagónica, a la dureza, como principal atributo de la textura, siendo uno de los criterios determinantes de la calidad de la carne (Lawrie, 1998; Ouali, 1991). Así la terneza determina no sólo el precio de la carne, sino que además la clasificación en categorías comerciales de la misma resultante del despiece, que se realiza en base a la terneza potencial.

Chambers y Bowers (1993), afirman que la terneza decide el valor comercial de la carne, y Boleman *et al.* (1995), confirman que el consumidor paga por terneza. Otros autores señalan que la terneza y el color de la carne son los parámetros principales que determinan las preferencias del consumidor (Pearson, 1966; Prescott y Hinks, 1968).

El elemento prioritario considerado por los consumidores al valorar la calidad de la carne, es para Dransfield *et al.* (1984), la terneza, coincidiendo con Seideman *et al.* (1989). Otros autores, opinan que la terneza y el flavor son considerados por los consumidores como los elementos más importantes de la

calidad sensorial, mientras que el color es el atributo valorado en el punto de compra (Glitsch, 1997).

Dos fracciones proteicas determinan la ternera, por una parte están las proteínas del tejido conjuntivo y por otra las miofibrilares (Marsh, 1977). Las primeras están constituidas por el colágeno, la elastina y la reticulina y constituyen un elemento negativo que limita la ternera. El colágeno es el principal componente del tejido conjuntivo, determina la dureza de base ya que cuanto mayor es su cantidad, más dura es la carne. Algunos autores en cambio señalan que es la solubilidad del colágeno el factor más importante a considerar al hablar de la ternera (Hill, 1966). Young y Braggins (1993) señalan que la concentración de colágeno es más determinante en la valoración de la ternera de la carne ovina por un panel sensorial, mientras que la solubilidad está más relacionada con la fuerza de corte.

La segunda fracción proteica implicada en la ternera, son las proteínas miofibrilares cuyas transformaciones post-mortem son responsables de las principales variaciones de esta cualidad, existiendo una estrecha relación entre esta y el grado de concentración de las miofibrillas (los músculos relajados son más tiernos que los contraídos). Así Herring *et al.* (1967) demostraron que la dureza de la carne está relacionada con la contracción de las fibras musculares, hecho que se refleja observando la longitud del sarcómero.

Sobre la ternera influyen fundamentalmente tres componentes (Van Hoof, 1981). Por un lado, el "grano" de la carne y el tipo de fibras musculares, es decir, el tamaño de los haces de fibras musculares, y el número de fibras que cada uno de ellos contiene, ya que los distintos tipos de fibras musculares presentan diferentes capacidades de contracción y de retención de agua y por tanto, reaccionan de distinta forma a las temperaturas que determinan la cocción y la refrigeración.

En segundo lugar, inciden sobre la ternera la longitud del sarcómero y de las miofibrillas, de forma que cuanto mayor es el estado de contracción mayor es la dureza. Algunos autores, sin embargo, consideran que no existe una relación lineal entre estos dos parámetros (Dunn *et al.*, 1993). Smulders *et al.* (1990), también afirman que la ternera es completamente independiente de la longitud del sarcómero en los músculos de rápida glucólisis postmortem, mientras Davis *et al.* (1979), detectan que aumenta la ternera conforme va aumentando la longitud del sarcómero.

Por último, como ya hemos dicho, la cantidad y naturaleza del tejido conjuntivo, y en particular la fracción que supone el colágeno, presente principalmente en fascias y tendones, parecen tener un alto grado de participación en la mayor o menor terneza de la carne (Nakamura *et al.*, 1975) Una mayor cantidad de colágeno implica mayor dureza, pero mucho más si está muy polimerizado, con lo que disminuye su solubilidad (Touraille, 1978).

Después de la muerte del animal el proceso de transformación del músculo en carne pasa por dos fases sucesivas: en la primera se desarrolla el rigor mortis, que conduce a la acidificación y pérdida de la elasticidad del tejido muscular, el cual alcanza la máxima dureza. La segunda fase, maduración o tenderización corresponde a un aumento gradual de la terneza, durante el almacenamiento *post-mortem* aunque empieza ya a partir de la muerte del animal. En esta última fase se producen una serie de cambios estructurales y bioquímicos en la fibra muscular. La naturaleza y alcance de estos cambios y, por lo tanto la calidad de la carne, están muy influenciados por la especie animal y por las características fisiológicas y bioquímicas del músculo, así como por el perfil de pH-temperatura *post-mortem*.

Según Shackelford *et al.* (1991) y Koohmaraie (1992) existen evidencias de que en el sistema proteolítico las calpaínas son responsables de las proteolisis *post-mortem* de las proteínas endógenas del músculo esquelético.

La extensión del ablandamiento es proporcional al nivel de calpaínas y calpastatina, no obstante variaciones en el desarrollo del rigor pueden alterar la estructura muscular, la liberación de iones calcio y por consiguiente la actividad de las calpaínas. Es necesario considerar la gran salida de  $\text{Ca}^{2+}$  procedente del retículo sarcoplásmico y quizá también de las mitocondrias, que se produce a bajas temperaturas, de forma que esta elevada concentración actuaría como activador de las calpaínas (Beltran, 1988).

Koohmaraie *et al.* (1988) afirman que la calpaína es el único sistema proteolítico con las características necesarias (muestran una adecuada actividad en el rango de pH 5.5-6.5, según Ceña *et al.*, 1992) para llevar a cabo los cambios *post-mortem*, mencionados anteriormente, que conlleven el ablandamiento de la carne, además estos mismos autores concluyen diciendo que la calpaína I es activa bajo las condiciones habituales de almacenamiento de carne de cordero.

Shackelford *et al.* (1991), han observado que el inhibidor de las calpaínas (calpastatina), es el parámetro mejor correlacionado con la terneza tras 14 días de almacenamiento a 2°C y especularon sobre su papel como regulador de la terneza, aunque la mejor correlación es  $\mu\text{clap/calpast}$ .

Shackelford *et al.* (1994), han señalado que es posible la selección de bovinos por el aumento de la actividad de la calpastatina, contenido de grasa intramuscular y fuerza de corte del Warner-Bratzler, sin embargo la selección en contra de la actividad del inhibidor puede ser una mejor aproximación hacia la mejora de la terneza de la carne.

Existen otros factores que influyen en el proceso (pH, disminución de la temperatura, fuerza iónica y otros). Es importante reseñar los mecanismos físico-químicos causantes del gran incremento de la presión osmótica que ocurre post-mortem aunque no es un factor suficientemente conocido. La fuerza iónica alcanzada en el post-rigor es suficientemente alta para causar importantes cambios en las estructuras y para contribuir a su ablandamiento. Según algunos estudios (Smulders *et al.*, 1990), se ha mostrado que la terneza probablemente alcanza su valor más alto si la glicolisis post-mortem se verifica a una velocidad intermedia (correspondiente a un pH alrededor de 5.9 a las 3 horas post-mortem) y es menor con una velocidad o bien más lenta o bien más rápida.

El conjunto de sensaciones ligadas a la textura son difíciles de medir mediante técnicas instrumentales, de manera que únicamente las técnicas sensoriales servirían para valorar este complejo atributo, por lo que algunos investigadores han intentado relacionar el análisis instrumental de la textura con el análisis sensorial (Costell y Duran, 1981). Entre los parámetros instrumentales propuestos se ha observado que la medida de la dureza es el parámetro que mejor se correlaciona con la respuesta discriminatoria del análisis sensorial.

### 3.1.5. COLAGENO

El tejido conjuntivo, elemento estructural que encierra y agrupa a las fibras musculares, cuenta con varios tipos de células como fibroblastos, macrófagos, mastocitos, adipocitos etc.; separados por una matriz compuesta por fibras fundamentalmente colágenas (en un 80% aproximadamente), elásticas (con elastina) y de reticulina, rodeadas por una sustancia homogénea,

amorfa y muy viscosa, altamente hidratada, denominada sustancia fundamental.

El colágeno, formando parte del tejido conectivo, está presente en el músculo rodeando a cada fibra muscular (endomisio) a cada haz de fibras (perimisio) y al conjunto del músculo (epimisio).

Las fibras colágenas se presentan en forma de cinta o cilindro con un diámetro que varía de 1 a 5  $\mu\text{m}$ , se encuentran unidas unas a otras por una sustancia intercelular formando fascículos de fibrillas y están limitadas por una vaina externa. Las fibras no están anastomosadas, son extensibles pero no elásticas, y son las que confieren al tejido conjuntivo su solidez y la mayor parte de su resistencia a las fuerzas mecánicas.

Desde un punto de vista molecular el colágeno es una glucoproteína fibrosa, insoluble en medio neutro y con un menor contenido en aminoácidos esenciales que las proteínas intracelulares. No contiene ni Triptófano ni Cistina, por lo que es de bajo valor biológico, pero se le considera el principal responsable de la denominada "dureza de base de la carne" ya que casi no se ve afectado por la maduración.

La unidad funcional del colágeno es el tropocolágeno, formado por tres cadenas polipeptídicas, portadoras de glúcidos (glucosa y galactosa) y enrolladas entre sí, constituyendo una hélice triple.

Las cadenas polipeptídicas están unidas por fuertes enlaces, de ahí que sea una proteína difícilmente atacable por enzimas digestivas. La proporción de estas uniones incide en la textura de la carne y es diferente de un músculo a otro. Por ello, la textura de la carne depende del colágeno que contenga y en particular de su rigidez mecánica. Cuanto más grande sea, mayor número de enlaces, mayor resistencia al corte y por tanto, mayor será la dureza de la carne.

Las cadenas polipeptídicas que forman el tropocolágeno están constituidas por una secuencia conocida de aminoácidos, esencialmente Glicocola (aminoácido de 2 átomos de carbono, polar, aunque a veces se clasifica como no polar y sin carga), que representa un tercio de los aminoácidos de la molécula, Prolina (aminoácido con 5 átomos de carbono, no polar), Alanina (aminoácido con tres átomos de carbono, no polar-polar) e Hidroxiprolina (aminoácido con 5 átomos de carbono), que representan otro

tercio de la molécula y el último tercio que puede incluir casi todos los aminoácidos, dependiendo del tipo de colágeno de que se trate.

La Hidroxiprolina (HYP) es el aminoácido característico del colágeno, ya que se encuentra en muy pocas proteínas, como son en la elastina (1,6%) y en menor grado en las proteínas complementarias del suero (Charley y Goertz, 1958) y en ciertas proteínas de plantas (Cheftel, 1972).

A la Hidroxiprolina se fijan los glúcidos de la molécula de colágeno, y además juega un papel importante en la formación de entrecruzamientos en las fibras de colágeno y por tanto en la estabilidad de estas. El contenido en Hidroxiprolina del músculo se usa, con frecuencia, como índice de la cantidad de tejido conectivo de cualquier producto cárnico.

Mediante la cuantificación específica de la Hidroxiprolina se puede calcular, con bastante aproximación, la cantidad de colágeno presente multiplicando la (Hyp) por un coeficiente de transformación que oscila entre 7 y 8 según el tipo de colágeno considerado.

Hay varios tipos diferentes de colágeno: tipo I, II, III, IV, V y otros minoritarios como el tipo 7s, CF1, CF2, IX, HMV, LMV, VI, VII, VIII y X que difieren en el tipo de cadenas de las moléculas, cantidad, características y modo de unión de los carbohidratos y en la capacidad de formar fibras. El colágeno tipo I representa el 90% del colágeno que se encuentra en los huesos y tendones de mamíferos (Bailey y Sims, 1977), el tipo II se encuentra principalmente en cartílago, humor vítreo, retina y epitelio de la cornea en mamíferos (Swann *et al.*, 1976). El tipo III se da en piel, placenta, vasos sanguíneos, bazo, hígado y músculo de mamíferos (Cannon y Davison, 1978). Estos tres tipos junto con el tipo V que ha sido aislado de muchos tejidos incluyendo el muscular (Stenn *et al.*, 1979), son los más característicos de los tejidos que forman las piezas cárnicas.

En el contenido en colágeno, dentro de la misma especie y raza, incide tanto la edad como el músculo, pudiendo llegar a ser hasta tres veces superior en un músculo que en otro (Heinze *et al.*, 1986). Como señalan Beltrán y Bocard (1992), el contenido en colágeno también varía en un mismo músculo desde la periferia a la parte más interna del mismo.

Según Hill (1966), el porcentaje total de colágeno en el músculo *Longissimus dorsi* de cordero macho de 6 meses es de  $1,01 \pm 0,5$ , siendo el porcentaje de colágeno soluble, tratado durante 1 hora a  $77^{\circ}\text{C}$ , de 8,16,

obteniendo Maiorano *et al.* (1995) un porcentaje de 1,8% para el colágeno total y del 12,21 % para el colágeno soluble en el LD de corderos castrados de 100 días.

Las propiedades físicas de las fibras de colágeno dependen del número y naturaleza de los enlaces que poseen. Los enlaces serán más o menos lábiles según la temperatura y condiciones del medio (presencia de agua, pH, etc.).

El colágeno es una proteína insoluble en medio neutro. Sin embargo, en un medio ácido y/o altas temperaturas se produce la hidrólisis de las proteínas y por ello cuando la temperatura se eleva aproximadamente a 70-80°C, el colágeno se transforma en gelatina. La gelatina esta formada por moléculas hidrosolubles de fácil digestión, pero continua siendo una proteína de bajo valor biológico. La desnaturalización térmica del colágeno es debida a la rotura de los enlaces menos lábiles, lo que se traduce en una contracción fibrilar, hasta alcanzar una temperatura máxima, en la que el número de enlaces rotos es mayoritario. Mediante la rotura de estas uniones, las fibras cambian más o menos profundamente su conformación, permitiendo a las moléculas de agua introducirse en el entramado fibrilar y las fibras comienzan a disociarse, produciéndose de este modo la contracción y solubilidad del colágeno (formación de gelatina).

La solubilidad del colágeno muscular varia con el músculo, la raza y el sexo (Heinze *et al.*, 1986) pero el factor esencial de variación es el resultado de la polimerización que progresa con el envejecimiento y que explica una parte de las diferencias que se observan dentro de una misma raza.

La cantidad de colágeno y sobre todo el estado de estructuración de los componentes del mismo (que van a determinar las fuerzas de contracción y el nivel de solubilidad), inciden sobre la dureza de la carne.

Estudios realizados en animales de abasto, conducen a opiniones divergentes respecto a los cambios cuantitativos que se producen en función de la edad. Bornstein y Traub (1979) y Wada *et al.* (1980), entre otros, observan un incremento del contenido en colágeno con la edad del animal, mientras que Reagan *et al.* (1976), no encuentran una relación significativa entre ambos factores. Kurosu (1979), sin embargo, señala que cuanto más viejo es el animal hay menos cantidad de colágeno en el músculo.

Como consecuencia de lo dicho en párrafos anteriores, al descenso de la solubilidad del colágeno, y no a la concentración del mismo se ha asociado el aumento de la dureza que se va produciendo con la edad.

Con la edad del animal aumenta el estado de reticulación del colágeno (aumenta el número de entrecruzamientos covalentes), haciendo que las fibras colágenas sean más robustas y por lo tanto provocando una textura más dura de la carne (Kopp, 1971). Los enlaces cruzados son termorresistentes, hecho al que se atribuye el que la cantidad de colágeno solubilizado mediante calentamiento sea superior en los animales más jóvenes, es decir, que la solubilidad del colágeno disminuya con la edad (Hill, 1966).

Por otro lado, el efecto de la edad sobre la solubilidad, va disminuyendo a medida que envejece el animal (Beltran y Bocard, 1992). En los animales jóvenes la variación es rápida y los valores cambian de un mes al siguiente.

La producción de testosterona en bóvidos que alcanzan la pubertad conlleva un incremento del colágeno muscular. Este fenómeno probablemente también se produce en ovinos, aunque se dispone de poca información al respecto.

## 3.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CARNE

### 3.2.1. FACTORES INTRÍNSECOS

#### 3.2.1.1. Tipo de Músculo

Las características anatómicas del músculo influyen, sobre todo en el pH final, ya que este varía en relación inversa al contenido en glucógeno en el momento del sacrificio, siendo la velocidad metabólica de degradación de este glucógeno diferente entre los músculos "rojos" y "blancos". Los rojos se caracterizan por la presencia de abundantes fibras rojas, ricas en mioglobina y en lípidos de metabolismo preferentemente oxidativo con bajo contenido en glucógeno y degradación activa del mismo a glucosa y de contracción lenta. Los músculos blancos por el contrario poseen un elevado contenido en glucógeno y un metabolismo preferentemente glucolítico, con degradación activa del glucógeno a ácido láctico y contracción rápida (Lawrie, 1998).

Dentro de cada músculo se pueden encontrar mayor o menor proporción de fibras blancas y/o rojas por lo que es interesante la medida del pH en

diferentes puntos del mismo músculo. Así se observa que los valores del pH medidos en la porción media-torácica del músculo *Longissimus dorsi* en ganado ovino son más bajos que los medidos en el extremo caudal (Dutson, 1983). El pH final de cada músculo, está también afectado por su contenido en humedad de forma que a medida que aumenta el contenido en agua también aumenta el valor final del pH.

Se han encontrado diferencias en el pH final de diferentes músculos (Ouhayoun y Delmas, 1988), señalando estos autores diferencias entre el *Longissimus dorsi* y el *Biceps femoris* debido a su distinto tipo metabólico (el segundo es más oxidativo que el primero). También los músculos de la espalda y de la pierna tienen generalmente pH últimos más elevados que el lomo (Monin, 1980).

En el ganado ovino, Sañudo (1980) relaciona los pH más elevados con los músculos que forman parte de las piezas de tercera categoría y los más bajos con los de primera (presentando pH de 5.98 y 5.65 los músculos abdominales y *Longissimus dorsi* respectivamente). En corderos lechales de raza Lacha, López (1987) encontró que el valor del pH final más bajo, correspondió al músculo *Longissimus dorsi* (5.66) en comparación con el del músculo *Semitendinosus* que fue más elevado (5.73). Tarrant y Sherington (1980) señalan que los valores de pH más elevados corresponden a los músculos del tercio posterior debido a que durante el transporte y sacrificio estos músculos presentan mayor consumo de glucógeno que los del tercio anterior. También el músculo *Semitendinosus* del cordero parece ser más sensible a la degradación del glucógeno por efecto del estrés que el músculo *Longissimus dorsi* (Monin, 1980). Tarrant y Sherington (1980) señalan que la actividad muscular afecta al valor del pH, ya que cuanto menor sea, la caída del pH es más rápida.

De forma general los músculos ricos en pigmentos hemínicos que poseen una intensa actividad respiratoria presentan un metabolismo aerobio importante con fibras musculares de tipo rojo lento (Carrick *et al.*, 1984) y una capacidad reductora elevada. Estos músculos se caracterizan por una elevada inestabilidad del color como ocurre con el diafragma medio.

Por el contrario el músculo fascia lata que presenta un marcado metabolismo aerobio (Lacourt, 1973) y que está compuesto por fibras blancas rápidas (Renerre, 1982a) es estable en su coloración debido a su escasa

actividad respiratoria. El músculo largo dorsal, sería intermedio al estar formado por fibras de tipo rojo rápido.

Después del sacrificio y durante la glicolisis *post-mortem*, cada músculo de la canal está sujeto a diferentes secuencias de temperatura/pH (Lawrie, 1998), por lo que los músculos en los que tiene lugar la oxidación de mioglobina y reducción a MetMb, se ven afectados de forma diferente, modificando así la mayor o menor estabilidad intrínseca del color (Hood, 1980). No existe por lo tanto siempre una relación simple cuando se compara estabilidad del color y tipo metabólico muscular pues ambos fenómenos están regidos por la histoquímica.

También existen diferencias en relación a la ternura entre los distintos músculos, en función sobre todo del tejido conjuntivo que contienen, siendo los que presentan menor proporción de este tejido los más tiernos (Valin, 1988; Monin y Ouali, 1989). También existen diferencias dentro de un mismo músculo así, el músculo *Longissimus dorsi* difiere según la posición anatómica que se considere (Dransfield *et al.*, 1982), aumentando gradualmente el tejido conjuntivo desde el centro hacia los extremos (Dumont, 1990).

La variabilidad entre músculos puede quedar explicada por las diferentes concentraciones de enzimas proteolíticas y por la propia sensibilidad a la proteólisis (Ouali, 1990). Así mismo, se observa que los músculos oxidativos (ricos en fibras rojas) presentan menor grado de proteólisis postmortem que los músculos glicolíticos (ricos en fibras blancas). Estas diferencias en degradación se deben posiblemente al mayor contenido de colágeno de las fibras rojas y a la mayor actividad del sistema proteolítico de las calpaínas de las fibras blancas (Whipple y Koohmaraie, 1992; Dransfield, 1992).

### 3.2.1.2. Raza

La raza parece no presentar un efecto importante sobre los valores del pH en el caso del ganado ovino. Sañudo *et al.* (1986) apenas encontraron diferencias en el valor final del pH del músculo *Longissimus dorsi* en las razas Rasa Aragonesa (5.85), Raza Bilbilitana (5.95), Ojinegra (5.75), Lacha (5.89) y en cruces de Romanov x Rasa Aragonesa (5.71). A la misma conclusión han llegado en trabajo posteriores Sañudo *et al.* (1992b) en corderos de tipo ternasco de diferentes razas, Dransfield *et al.* (1979) tampoco encontraron diferencias significativas en el pH final al comparar razas.

En el ganado ovino las diferencias raciales no parecen afectar en gran medida a la CRA. Así Sañudo *et al.* (1993a) en un estudio comparativo entre canales ovinas semipesadas (13-15 Kg) de las razas Rasa Aragonesa, Lacaune y Merino alemán, no encontraron diferencias significativas en la cantidad de agua liberada a partir del músculo *Longissimus dorsi* (23.3, 23.4 y 24.1% respectivamente). Sin embargo en canales ligeras (10-12 Kg) de las mismas razas la carne del músculo *Longissimus dorsi* procedente de la raza Merina resultó ser más exudativa que el resto (23.9, 20.6 y 25.4% respectivamente) (Sañudo *et al.*, 1986), lo que parece confirmar la idea de que las razas más precoces poseen una menor CRA (Hawkins *et al.*, 1985; Fahmy *et al.*, 1992; Sañudo *et al.*, 1997).

Las razas con mejor morfología y alto nivel de engrasamiento tienen menos capacidad de retención de agua y presentan una carne más jugosa que las de morfología más pobre o razas más magras (Cross, 1977).

El color de la carne puede variar con la raza y con la aptitud productiva del animal (Boccard y Bordes, 1986). Esta diferenciación podría ser explicada por la mayor precocidad de las razas lecheras respecto de las cárnicas, ya que la deposición más temprana de grasa en las razas de aptitud lechera, lleva consigo que la mioglobina se encuentre más concentrada por la mayor demanda de oxígeno.

Del estudio comparativo de la calidad de la carne realizado por Sierra *et al.* (1988a), entre canales de tipo ternasco anglosajonas y españolas, se desprende que para el mismo peso de la canal, el contenido de mioglobina fue superior en las británicas que en las españolas (43.05 frente a 32.25 ppm, de hierro hemínico;  $p \leq 0.001$ ). Según Sañudo *et al.* (1992a) existe una clara influencia del genotipo sobre el color de la carne en los corderos de tipo ternasco de las razas Rasa Aragonesa, Ojinegra de Teruel, Roya Bilbilitana y el cruce de Fleischschaf x Rasa Aragonesa, encontrándose diferencias tanto en las variables físicas de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  como en la cantidad de pigmentos, siendo la carne de la raza Rasa Aragonesa la más clara y la que presentó menor contenido en pigmento hemínico (2.49, 3.04, 2.79, 2.85 mg/g de carne fresca, respectivamente;  $p \leq 0.01$ ).

En trabajos posteriores, Sañudo *et al.* (1993b) no encontraron diferencias en el contenido de pigmento, ni en la luminosidad ( $L^*$ ) ni en las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  en el color del músculo *Longissimus dorsi* de las canales ligeras (10-12 Kg) para las razas Rasa Aragonesa, Lacaune y Merino alemana.

Sin embargo, a medida que aumentaba el peso de la canal (13-15 Kg) se manifestaron diferencias de color entre las tres razas, presentando la raza Rasa Aragonesa mayor contenido de pigmento (2.93 frente a 2.36 y 2.21 mg/g,  $p \leq 0.05$ ), mayor índice de rojo ( $a^*$ ) (14.62 frente a 12.84 y 13.59,  $p \leq 0.01$ ) y menor luminosidad ( $L^*$ ) (47.1 frente a 49.4 y 50.7,  $p \leq 0.05$ ) que las otras dos razas estudiadas.

Otros autores también han observado diferencias entre razas relativas al color de las canales (Renerre, 1984; Boccard *et al.*, 1980). Así de los autores citados y de otros muchos, se deduce que la intensidad del color tiende a variar inversamente con el desarrollo muscular, sobre todo es importante señalar las observaciones realizadas por May *et al.* (1975), según las cuales existe una relación positiva entre el desarrollo muscular y el porcentaje de fibras blancas. Según Sierra (1977), las carnes de las razas lecheras son más oscuras, por su mayor tono metabólico e irrigación relativa

La raza afecta también a las características de terneza de la carne puesto que existen diferencias raciales en el tejido conjuntivo y en el tejido muscular de las mismas. Así los músculos con mayor contenido en fibras blancas con menor cantidad de colágeno y más susceptibles a la degradación proteica durante la maduración de la carne, presentan una carne más tierna (May, 1976).

Sañudo *et al.* (1992a) no encontraron diferencias significativas en la dureza del músculo *Longissimus dorsi* entre corderos de la categoría comercial ternasco de las razas Rasa Aragonesa, Ojinegra, Roya Bilbilitana y el cruce de Fleishschaf x Rasa Aragonesa con valores de dureza comprendidos entre 4.53 y 5.17 Kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, en un trabajo posterior Sañudo *et al.* (1993b) comprobaron que el músculo *Longissimus dorsi* de este tipo de corderos (23-25 Kg de PV) de raza Lacaune presentaba mayor dureza que el de la raza Rasa Aragonesa (4.85 frente a 3.26 Kg/cm<sup>2</sup>;  $p \leq 0.01$ ), aunque volvieron a no encontrar diferencias significativas entre ambas razas en canales semipesadas (28-30 Kg de PV).

Para Sierra *et al.* (1988), la carne de los corderos tipo comercial ternasco de procedencia española resultaba más tierna que la procedente de razas británicas del mismo peso de canal (5.41 frente a 6.44;  $p \leq 0.10$ ). Así mismo, López (1987) encontró que para el mismo peso de sacrificio, la carne de cordero de tipo ternasco de raza Lacha presentaba mayor dureza que la de las razas Rasa Aragonesa y Roya Bilbilitana.

En general, aunque la raza es un factor que es considerado en los estudios de calidad de carne y en los de producción y marketing es menos importante que otros factores como el sistema de alimentación (Notler *et al.*, 1991; Kabbali *et al.*, 1992), existiendo además grandes variaciones intrarraza que pueden llegar a ser mayores que el mismo efecto de la raza.

### 3.2.1.3. Sexo

En el ganado ovino se ha encontrado una escasa influencia del sexo sobre los valores del pH de la canal, aunque en general los machos dan lugar a pHs más elevados que las hembras (Sañudo *et al.*, 1986; Forcada, 1985) debido a su carácter más excitable.

Sin embargo en corderos lechales de raza Lacha, López (1987) encontró que el músculo *Longissimus dorsi* de las hembras tendía a presentar un pH final más elevado que el de los machos, no encontrando diferencias debidas al sexo en el resto de los músculos estudiados (semitendinoso y triceps). Los corderos de mayor peso (tipo ternasco y cordero precoz), en este trabajo, no presentaron diferencias significativas para los valores de pH debidas al sexo. Tampoco, Dransfield *et al.* (1990), encontraron diferencias significativas para los valores de pH final entre machos, machos castrados y hembras (5.7, 5.6 y 5.7, respectivamente) en corderos de raza Suffolk.

En la especie bovina, más estresable que la ovina, Jeremiah *et al.* (1991) observaron diferencias significativas entre los valores de pH final del músculo *Longissimus dorsi* entre machos castrados y machos enteros, correspondiendo los pH más elevados a los machos enteros, quizá justificado por su mayor excitabilidad y consecuentemente mayor consumo de glucógeno por la acusada contracción muscular e hipersecreción de catecolaminas antes del sacrificio (Sornay y Legras, 1978).

El sexo no parece afectar a la capacidad de retención de agua del músculo *Longissimus dorsi* de corderos de tipo ternasco ni en los corderos sacrificados con 30 Kg de raza Lacha (López, 1987). Únicamente en los corderos lechales, las hembras mostraron una mayor tendencia a liberar más agua que los machos ( $p \leq 0.10$ ) (13.9 frente a 12.1% de agua liberada respectivamente, medido como pérdidas por presión con papel de filtro).

La mayor precocidad en el desarrollo de las hembras, implica que a igual edad cronológica, éstas presentan un mayor contenido de pigmentos hemínicos que los machos (Renner, 1986). No obstante, López (1987) no encontró diferencias significativas entre corderos machos y hembras de raza Lacha en el contenido de hierro hemínico del músculo *Longissimus dorsi*, ni en la apreciación visual del color de la carne en animales de 12, 24 y 30 Kg de peso vivo. A conclusiones parecidas llegaron Dransfield *et al.* (1990), quienes no observaron diferencias significativas en los parámetros de color entre corderos machos, machos castrados y hembras de 18 Kg de peso canal de los cruces Dorset-Down y Suffolk. Para los autores anglosajones, en ganado bovino, las canales de los machos presentan a menudo la carne más oscura que el resto de los tipos sexuales de su misma edad, como consecuencia de la mayor excitabilidad de los mismos en el momento del sacrificio y por tanto de los valores de pH más elevados.

También se han encontrado diferencias entre sexos en relación al contenido de tejido conjuntivo (Prost *et al.*, 1975). Según Alvi, (1980) los machos enteros tienen una mayor proporción de colágeno que los criptórcidos.

Las diferencias entre sexos están bien definidas, a la misma edad, las hembras tienen la carne más tierna que los machos y los castrados son más tiernos que los enteros (Field, 1971; Misock *et al.*, 1976), especialmente alrededor de la madurez sexual (Touraille, 1991). Sin embargo, según Dransfield *et al.* (1990), no hay evidencias para afirmar que la carne de machos enteros sea más dura que la de criptórcidos o parcialmente castrados. En la especie ovina valores del Warner-Bratzler son generalmente mayores para las canales de machos que para las hembras y castrados (Field, 1971), lo que puede deberse al diferente nivel de engrasamiento, sin embargo, posiblemente esto se halla incrementado con la edad pues en corderos jóvenes (1 a 3 meses) no se observa el efecto sexo (Sierra, 1986).

En animales de la misma edad, frecuentemente se atribuye mayor dureza a la carne proveniente de los machos que la de las hembras (Touraille, 1982). No obstante, existen conclusiones contradictorias entre los diferentes autores al respecto. Así, Sañudo *et al.* (1986) no encontraron diferencias significativas en la dureza de la carne en ganado ovino al comparar machos y hembras. López (1987) tampoco encontró diferencias entre sexos en la dureza de la carne en corderos de tipo lechal, ternasco y cordero semipesado (30 Kg de PV) de raza Lacha a un mismo peso de sacrificio; al igual que les ocurrió a

Kemp *et al.* (1981) que tampoco hallaron diferencias significativas en los valores de fuerza al corte en los corderos machos y hembras del cruce 1/2 Hampshire x 1/4 Suffolk + 1/4 Rambouillet.

Algunos autores relacionan la mayor dureza de la carne de los terneros machos con un mayor contenido de colágeno y de fibras rojas y una menor cantidad de grasa de infiltración que las hembras (Dreyer *et al.*, 1977). Otros añaden que una vez alcanzada la madurez fisiológica, la testosterona incrementa los niveles de colágeno en los machos y con ello la dureza de su carne (Hedrick *et al.*, 1983).

Por otra parte, la mayor cobertura de grasa que presentan generalmente las hembras contribuye a evitar la contracción por el frío en el caso de una rápida refrigeración, presentando su carne mayor ternura que la de los machos.

#### 3.2.1.4. Peso

López (1987) correlacionó el peso de la canal con el valor de pH concluyendo que en corderos de raza Lacha, el incremento del peso de la canal está correlacionado con un descenso del valor de pH en el momento del sacrificio ( $pH_0$ ) y 45 minutos después ( $pH_{45}$ ) (con coeficientes de correlación entre 0.27 y 0.59, dependiendo del músculo).

Para Monin, (1989), la velocidad de caída del pH es más acusada en las canales de mayor peso, por contra, Sañudo *et al.* (1996) comprobaron que en la raza Rasa Aragonesa, el aumento de peso de la canal desde los 8 hasta los 13 Kg aproximadamente lleva consigo un incremento en el valor del pH final de la carne (5.58 frente a 5.86,  $p \leq 0.01$ ), lo que puede ser debido a una mayor susceptibilidad de los animales más viejos al estrés (Devine *et al.*, 1993).

Sañudo *et al.* (1993b) no encontraron diferencias importantes en el valor de pH final con el incremento del peso vivo en diferentes razas ovinas, lo que concuerdan con los expuestos por Solomon *et al.* (1980) y Hawkins *et al.* (1985).

Por lo general, se considera que con el aumento de peso de la canal disminuye la capacidad de retención de agua (Solomon *et al.*, 1980; Schönfeldt *et al.*, 1993).

Así, Sañudo *et al.* (1996), en corderos cruzados Hampshire x Suffolk - Rambouillet y en corderos de raza Rasa Aragonesa respectivamente observaron que con el incremento del peso vivo la carne presenta mayor facilidad para liberar agua. Así mismo, los trabajos de López (1987) sobre la calidad de la carne en la raza Lacha, después de aplicar fuerzas de presión sobre la carne, concluyeron que el aumento del peso de la canal está asociado con el incremento de pérdidas de jugo y que el peso de la canal explica el 53% de las variaciones de la CRA. En este mismo trabajo, el músculo *Longissimus dorsi* fue significativamente menos exudativo en los corderos lechales que en los corderos de tipo ternasco y aquellos que fueron sacrificados con aproximadamente 30 Kg de peso vivo (13.00, 22.88 y 21.91% de pérdidas de agua, respectivamente) ( $p \leq 0.001$ ), no encontrándose diferencias significativas entre los dos tipos de corderos de mayor peso.

En los mamíferos domésticos, la intensidad de color aumenta con el peso vivo como consecuencia del incremento de la concentración de mioglobina (Sañudo *et al.*, 1996; Rousset-Akrim *et al.*, 1997). Este incremento es rápido en las primeras etapas del desarrollo del animal, para estabilizarse posteriormente. Los trabajos de López (1987), corroboran esta afirmación ya que en el caso de los corderos de raza Lacha se observa un incremento de la concentración de mioglobina muscular desde los 12 hasta los 24 Kg de PV (2.30 frente a 3.25 mg/g de hierro hemínico,  $p \leq 0.001$ ), y a partir de este peso de sacrificio no observa aumento significativo de los niveles de dicho pigmento.

El mayor engrasamiento y la pérdida de permeabilidad capilar que se producen con la edad, implican mayor dificultad para la transferencia de  $O_2$  hasta la fibra muscular. Por ello, es necesaria mayor cantidad de mioglobina muscular para garantizar el aporte de  $O_2$  adecuado (Renerre y Valin, 1979). En este sentido, Sañudo *et al.* (1993a) encontraron mayor intensidad de color, cantidad de pigmentos, e índice de rojo ( $a^*$ ) y menor claridad ( $L^*$ ) en los corderos semipesados (28-30 Kg de PV) de las razas Rasa Aragonesa, Lacaune y Merino Alemán que en los corderos ligeros (23-25 Kg de PV) de las mismas razas.

El incremento de peso de la canal (de 7.5 a 15.5 Kg) lleva consigo un oscurecimiento de la carne que se refleja en la mayor concentración de mioglobina de los corderos de mayor peso (1.86 frente a 2.89 mg/g carne fresca,  $p < 0.01$ ), paralelamente, se observa que la relación  $b^*/a^*$  disminuye con la edad, por lo que la evolución de las características de color de la carne conduce a tonos rosa más oscuros (Sañudo *et al.*, 1993b; 1996).

El color de la carne de los corderos de raza Lacha apreciado subjetivamente se intensifica a medida que se incrementa el peso de sacrificio. Así, en la escala propuesta por Colomer-Rocher (1986) de 1 a 3, los corderos de tipo lechal (12 Kg), ternasco (24 Kg) y pascual (30 Kg) presentaron valores de 1.00, 1.95 y 2.00 respectivamente (López, 1987). En corderos de raza Rasa Aragonesa, Sañudo *et al.* (1996) han encontrado que el color de la carne estimado subjetivamente se incrementó con el peso de la canal hasta los 10 Kg aproximadamente ( $p \leq 0.05$ ); mientras que las canales de mayor peso no presentaron diferencias de color.

El peso vivo es uno de los factores principales que determina la dureza de la carne (Kirton, 1976). El incremento de peso lleva consigo un aumento de la dureza de la carne (Touraille, 1982), observándose una alta correlación negativa entre el peso del animal y la blandura de la misma ( $r=0.95$ ;  $p \leq 0.001$ ; Ouali, 1991).

#### 3.2.1.5. Edad

Otro factor que puede intervenir en las variaciones del pH es la edad de los animales, lo que podría estar ligado al contenido en glucógeno del músculo que aumenta por lo general con la edad del animal. Tanto Tuma *et al.* (1963) como Sañudo y Sierra (1982) y Jaime (1988), han encontrado pH superiores en animales jóvenes, además este último autor señala, una velocidad de caída del pH mayor en ternascos comparados con lechales, lo que indica una actividad más elevada de sus músculos.

En general, se puede decir que la velocidad de caída del pH aumenta con la edad, existiendo una cierta tendencia a tener pHs más bajos a mayores edades (Sañudo y Sierra, 1982).

En ganado ovino Sañudo y Sierra (1982), indican que en animales de mayor edad hay una menor CRA.

Se admite, de forma general, que la cantidad de pigmentos (Charpentier, 1967), y consecuentemente la cantidad de hierro hemínico (Renerre, 1982b), aumentan con la edad. Si el aumento es regular desde el nacimiento al estado adulto, cada músculo tiene su ritmo de incremento y su máximo (Renerre y Valin, 1979). La cantidad de pigmentos durante el crecimiento puede ser

considerada como una medida del desarrollo fisiológico del animal, constituyendo un verdadero reloj biológico interno (Boccard, 1992).

El incremento que se produce también en la tasa de mioglobina está relacionado con el aumento de la infiltración de grasa intramuscular, lo que crearía mayores dificultades de oxigenación (Renerre y Valin, 1979).

En ganado ovino, donde el factor edad es también un factor de variación importante, las carnes claras pertenecen a animales jóvenes lactantes y estabulados (Sierra, 1974), lo que determina una gran incidencia de este factor en la formación del precio. En el ternasco el color varía del rosa al rojo pálido tomando tonalidades oscuras en los corderos pastencos o en los animales de mayor edad.

Tabla 2.8. Contenido en hierro hemínico (Boccard y Dumont, 1976).

	Edad (meses)		
	3	6	9
<b>Músculo:</b>			
Semimembranoso	0.87	1.51	1.83
Largo dorsal	0.79	1.14	1.41
Pectoral profundo	0.67	0.97	1.12
Semitendinoso	0.43	0.77	0.90

Varios autores (Boccard *et al.*, 1979; Shorthose y Harris, 1990) han encontrado una notable influencia de la edad sobre la terneza. Repetidas veces se ha afirmado que la carne de bovinos más viejos es más dura que la de jóvenes (Tuma *et al.*, 1963; Dikeman y Tuma, 1971; Smith *et al.*, 1982). Asimismo Schönfeldt *et al.* (1993) confirman en su estudio que la carne de corderos y cabritos jóvenes es más tierna.

Así con el incremento de la edad, se van a producir cambios en el colágeno (Dumont y Valin, 1982), que son debidos a un aumento del número de enlaces covalentes entre las moléculas, que está asociado con una menor solubilidad (Sinex, 1968; Bailey, 1969; Kopp, 1976). Se ha observado que se forman dos tipos de enlaces: intramoleculares en la molécula de tropocolágeno

(Borstein y Piez, 1966) y enlaces intermoleculares entre moléculas de fibra intacta, influyendo estos últimos en la estabilización de las fibras de colágeno.

Sin embargo existen contradicciones entre los trabajos encontrados respecto a la mejora o no de la terneza con la edad, la variabilidad entre los resultados se debe a distintos rangos de peso y edad y a otros factores que también tienen influencia en la relación. No obstante se sugiere que la terneza del cordero mejora ligeramente hasta 5-6 meses y luego disminuye (Furnival *et al.*, 1977). Esta mejora podría deberse igualmente al incremento en tejido adiposo intramuscular, ya que éste es más tardío (Sierra, 1977) y su endurecimiento posterior estaría motivado por la estabilidad de dicho tejido, mientras que a la vez el colágeno se torna menos soluble.

Finalmente se ha observado que durante el crecimiento del animal los niveles de calpaína se incrementan (Dransfield, 1992).

### 3.2.2. FACTORES EXTRÍNSECOS

#### 3.2.2.1. Alimentación

La alimentación incide sobre el valor nutritivo de la carne, sobre su jugosidad, terneza y textura, sobre su sabor y olor, y sobre la composición de su grasa.

Se considera por lo general que un alto plano de alimentación lleva consigo un incremento de los valores de pH final. Así, Alberti y Sañudo (1987) observaron en ganado vacuno que los valores de pH más elevados medidos en los músculos *Longissimus dorsi* y *Semimembranosus*, se presentaron en aquellos canales que tuvieron un acabado prolongado con alimento concentrado. Para otros autores, el bajo plano de alimentación supone una situación crónica de estrés nutricional para el animal caracterizada por las escasas reservas de glucógeno muscular y como consecuencia de ello, por los valores de pH final elevados (Bray *et al.*, 1989; Purchas, 1990).

Hay autores que opinan que la naturaleza del alimento no tiene excesiva importancia sobre el valor del pH final (Alberti *et al.*, 1988; Sierra *et al.*, 1988). En este mismo sentido Alberti *et al.* (1992) observaron que los distintos regímenes alimenticios con alfalfa deshidratada no afectaron al valor del pH final de la carne en terneros de razas Pirenaica y Parda alpina.

El plano de alimentación y la naturaleza del alimento se encuentran estrechamente relacionados con el período de ayuno a que los animales son sometidos antes del sacrificio. La falta de aporte alimenticio disminuye las reservas de glucógeno y por lo tanto los valores de pH final alcanzado son más elevados. Para Warris *et al.* (1990b) el período de ayuno previo al sacrificio provoca en el ganado ovino un efecto estresante que influye sobre el valor de pH en mayor medida que el efecto de otros agentes estresantes, como por ejemplo el transporte.

El color de la carne en los animales lactantes depende del contenido de hierro del alimento ingerido (Miltenburg *et al.*, 1992). Dado el escaso contenido de hierro en la leche de oveja, la concentración de mioglobina en el músculo de los corderos durante las primeras semana de vida es baja y la carne presenta coloración clara (Lawrie, 1998).

La carne de los corderos de procedencia anglosajona presentan respecto a los de razas españolas, una mayor pigmentación de su carne (Sierra *et al.*, 1988), que es debido a una dieta rica en forraje con un alto contenido en hierro (Yeates *et al.*, 1975). No obstante, algunos autores no han encontrado diferencias en el color de la carne de terneros cebados con pienso compuesto y diferentes proporciones de alfalfa deshidratada (Alberti *et al.*, 1992) ni en el color de la carne de vacas Frisonas alimentadas con pienso y diferentes tiempos de acabado (Alberti y Sañudo, 1987) ,Alberti *et al.* (1992) sugieren que la naturaleza de la alimentación en rumiantes no tiene capital importancia sobre las características cromáticas de la carne posiblemente como consecuencia de los procesos que tienen lugar en el rumen. La influencia de la alimentación en la cantidad de mioglobina del músculo solo se manifiesta en el caso de los animales jóvenes en el estado de anemia ferropénica como en el ternero de leche o en el lechazo.

Wulf *et al.* (1995), señalan los efectos beneficiosos de las dietas suplementadas con vitamina E sobre la estabilidad del color post-sacrificio.

El nivel de alimentación afecta a la composición química de la carne. Niveles altos implican un aumento de los lípidos y correlativamente una disminución del agua en la musculatura. Así el aumento del plano de alimentación mejora la ternura de la carne como consecuencia del incremento del contenido de grasa de infiltración y del descenso relativo de la cantidad de colágeno presente en el músculo (Fishell *et al.*, 1985), aunque como consecuencia de las intensas transformaciones que tienen lugar en el rumen, la

naturaleza de la alimentación tiene poca incidencia sobre la ternura de la carne (Seideman y Crouse, 1986). No obstante, Kemp *et al.* (1981) demostraron que la naturaleza de la dieta influyó sobre la dureza de la carne, al comprobar que la dieta rica en alimento concentrado mejoraba la ternura de los corderos de los cruces 1/2 Hampshire x 1/4 Suffolk + 1/4 Rambouillet, posiblemente por una mayor deposición de grasa.

Se conoce desde hace tiempo que cuando el ganado sufre una intensa reducción de peso por desnutrición, las fibras reducen su diámetro hasta casi la mitad del normal y la carne se hace más dura.

Solomon *et al.* (1986) y Solomon y Lynch (1988) han indicado que raciones con elevada cantidad de elementos voluminosos (alfalfa) en corderos jóvenes conducen a canales más magras y tiernas, si se compara con una dieta alta en concentrado.

Crouse *et al.* (1978) y Summers *et al.* (1978) obtuvieron carne más tierna en corderos alimentados con dietas de alta energía en contraste con los alimentados con baja energía, mientras Kemp *et al.* (1976) señalaron valores de ternura mayores en las canales de animales que recibieron dietas con mayor nivel proteico. Además Bull *et al.* (1994) afirman que dietas con grano de cereal en terneras reducen el contenido en grasa muscular disminuyendo así la ternura de la carne cocinada en comparación con dietas lácteas.

Por otra parte, Aalhus *et al.* (1991) señalaron que la carne de ovinos con resistencia muscular progresiva debido al ejercicio es más tierna que los controles estabulados. Mitchell y Hamilton (1933) indicaron que el incremento de ternura en carne de ganado que realiza ejercicio continuado es debido a la disminución de la proporción de tejido conjuntivo en relación con las proteínas miofibrilares.

Essen-Gustavsson *et al.* (1988) sugieren un incremento de glucógeno y de alta actividad enzimática, produciéndose un cambio en el metabolismo post-mortem. Aalhus *et al.* (1991) apoyan la primera de las hipótesis. Sin embargo otros autores (Hawrysh *et al.*, 1974) no encontraron diferencias.

### 3.2.2.2. Época del Año

La relación que existe entre los valores de pH final y la época del año en que se sacrifican los animales estaría indirectamente justificada por el efecto de la alimentación. Así en épocas en las que la disponibilidad de alimento permite la ingestión abundante del mismo, se ven incrementadas las reservas de glucógeno muscular y como consecuencia las canales tienden a presentar valores de pH más bajos. Así, Santolaria (1993) observó que en otoño, cuando disminuye la disponibilidad de alimento, aumentó ligeramente el número de terneros que presentaron pH elevado ( $p \leq 0.05$ ).

El efecto que la estación invernal tiene sobre el valor del pH se podría explicar en parte por las escasas reservas corporales y la necesidad del individuo de mantener su temperatura corporal. El mecanismo de producción de calor en situación de hipotermia invernal conlleva al consumo de las reservas de glucógeno, con el consiguiente incremento del valor de pH y la presencia de carnes de corte oscuro (Alexandrova *et al.*, 1996). No obstante, el efecto de la estacionalidad podría estar eclipsado por otros factores anteriormente comentados (estrés, alimentación,...).

### 3.2.2.3. Estrés

El consumo de las reservas de glucógeno muscular en situación de estrés está relacionado directamente con la aparición de pH elevados. La experiencia de Devine *et al.* (1993) en 18 corderos de raza Romney, mostró que tras someterlos a diferentes tratamientos estresantes, se incrementaba significativamente el pH final, y que estuvo directamente relacionado con la intensidad de dicho tratamiento, ya que se ha comprobado que cuanto mayor sea el número de factores que producen estrés, el pH es más alto debido a que algunos de los efectos son acumulativos (Apple *et al.*, 1993). También Pinkas *et al.* (1982), en ganado ovino manifestaron que existe una fuerte interacción entre estrés y tipo metabólico en el pH último de los músculos.

Aunque en los ovinos aparecen también perturbados los fenómenos de la glucogenolisis por efecto del estrés, lo son en menor grado que en el cerdo mejorado y seleccionado para la producción de carne (Charpentier y Goutefongea, 1966), hecho menos apreciable en el cerdo ibérico y sus cruces (Sañudo y Sierra, 1991).

Otros autores opinan que el ganado ovino es poco estresable y que la depleción de las reservas de glucógeno por efecto del estrés es menor que por ejemplo en ganado porcino seleccionado para la producción de carne (Brazal y Boccard, 1977).

Los animales que llegan al sacrificio con reducidas reservas de glucógeno en el músculo presentan valores de pH final alejados del punto isoeléctrico de las proteínas (pH=5.5), por lo que cabe esperar, que éstas presenten radicales libres para la captación de moléculas de agua y en consecuencia, la carne presente elevada la capacidad de retención de agua (Forrest *et al.*, 1979). Debido al estrés, el pH no desciende normalmente y permanece superior a 6 causado por un agotamiento del glucógeno muscular (Briskey *et al.*, 1959; Crystall *et al.*, 1982), lo que hace que tenga una mala actitud para la conservación y un color generalmente oscuro que hace que se pegue al cuchillo.

No obstante, la carne procedente de animales sometidos a estrés momentos antes del sacrificio presentan reducida capacidad de retención de agua como consecuencia de que en esta situación se produce un rápido descenso del valor del pH alcanzando valores próximos al punto isoeléctrico de las proteínas musculares y disminuyendo por ello el número de enlaces de las moléculas de agua con dichas proteínas.

El transporte no parece afectar a la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne del ganado ovino, ya que este tipo de ganado apenas se ve influenciado por el desplazamiento. A esta conclusión llegaron Warris *et al.* (1990b) al someter a corderos cruzados a diferentes tiempos de duración de transporte de 1 a 6 horas en diferentes épocas del año y comprobar que las pérdidas de agua del músculo *Semitendinosus* eran similares en los diferentes tratamientos estudiados aunque si el transporte se prolonga durante 24 horas, aumenta la CRA. La CRA también disminuye en animales mantenidos durante largos períodos de tiempo sin agua y comida.

Kirton *et al.* (1968) no encontraron diferencias de palatabilidad entre diferentes tipos de ayuno. Estos resultados no están de acuerdo con la puntualización de Watt (1968) donde el ayuno y el descanso de corderos previo al sacrificio mejoran la terneza de la carne. Por otra parte las condiciones del ayuno (por ejemplo consumo de agua o no) pueden influir notablemente (Sierra, 1977).

Sin embargo Flores *et al.* (1992) señalan que en bovinos la espera previa al sacrificio y el movimiento causan alteraciones en la homeostasis, conllevando una situación estresante, de forma que existe una gran probabilidad de que se vea disminuida la ternura de la carne cuando esta espera es muy larga.

La acción de una dieta de baja calidad o poco apetecible, el destete y las condiciones de alojamiento, también pueden causar modificaciones en las características de la carne o hacerlo más susceptible al estrés (Ellis *et al.*, 1997).

En general la carne de los animales estresados es más oscura presentando una mayor capacidad de retención de agua, siendo además más susceptible al ataque de los microorganismos, tendiendo a producir sabores anormales (Braggins y Frost, 1997) y más tierna (Apple *et al.*, 1993).

#### 4. CALIDAD DE LA GRASA

La grasa animal es un componente mayoritario de la canal, superado sólo por el contenido en agua. El término grasa comprende usualmente todas las especies de lípidos incluyendo triglicéridos, fosfolípidos, esteroides y ésteres de esteroles.

La grasa es la forma energética más concentrada accesible a la vida animal. Siendo la vía natural de almacenamiento temporal de reservas de energía. Los animales acumulan lípidos durante los períodos de ingestión excesiva de alimentos y liberan ácidos grasos durante los períodos de ayuno.

Los lípidos se encuentran en el espacio intermuscular e intramuscular, en el tejido adiposo, en el tejido nervioso y en la sangre.

El tejido adiposo blanco es un tejido difuso que se acumula en una gran variedad de lugares o depósitos dentro del animal. En los animales domésticos, estos depósitos pueden diferenciarse según la disposición anatómica en aquellos de localización interna o cavitaria, y en aquellos propios de la canal.

La cantidad de grasa de cada depósito difiere según las especies (en porcino por ejemplo, existe más grasa subcutánea que en vacuno) e incluso dentro de cada especie, observándose como el ganado vacuno de aptitud lechera acumula predominantemente grasa interna, mientras que los animales de aptitud cárnica acumulan mayor cantidad de grasa subcutánea, también denominada grasa de cobertura (Lister, 1980). Así mismo, en todas las especies animales existe una relación positiva elevada entre la cantidad de grasa intramuscular o de infiltración y el de grasa total de la canal (López-Bote, 1992).

El tejido adiposo desempeña un importante papel metabólico en el mantenimiento del balance energético. Así mismo, los depósitos grasos cumplen funciones tan diversas como la protección tanto térmica como física de los diferentes órganos corporales y de la canal, o participan en el desarrollo del flavor característico de la carne de cada especie.

La grasa comprende alrededor del 76% del peso seco de tejido adiposo en los bovinos (Reiser, 1975) y del 73% (Reiser, 1975) al 86% (Cramer *et al.*, 1967) del peso seco del tejido adiposo del ovino maduro. Noble *et al.* (1971), obtuvieron valores extremos que oscilaron entre un 79% en los corderos neonatales y un 93% en el ovino maduro.

Otra característica de la grasa es su color y textura. En algunos casos pueden aparecer grasas blandas de textura aceitosa y coloración pardo-

amarillenta que son comercialmente depreciadas, ya que al corte las piezas presentan también una consistencia blanda como consecuencia de un deslizamiento entre los planos musculares (Aurousseau, 1981; Prache *et al.*, 1990). Este problema puede incluso afectar a las características organolépticas (Bozzolo *et al.*, 1990), pues la aparición de sabores pronunciados a veces desagradables, está ligado a este carácter (Interbev, 1992).

Numerosos factores ligados a la aparición de grasa blanda han sido puestos en evidencia (Aurousseau, 1981 y 1986), especialmente el grado de instauración elevado de sus ácidos grasos, que va asociado a un elevado contenido en agua (Paruelle y Pain, 1982).

En los corderos de tres meses son los factores alimenticios los que más afectan (Bozzolo *et al.*, 1992), estando ligados al empleo de raciones muy energéticas, ricas en almidón, que dan lugar a fermentaciones en el rumen de tipo propiónico, lo que unido a una carencia en vitamina B12, desborda la capacidad hepática para transformar el ácido metil-malónico en ácido succínico. Ello da lugar a una síntesis intensa de ácidos grasos ramificados e insaturados que son sensibles a la oxidación durante la conservación de la canal (Faustman *et al.*, 1989). Su acumulación en los tejidos adiposos es una causa de falta de firmeza del tejido graso externo (Aurousseau, 1986).

Diversas recomendaciones tanto de naturaleza técnica como alimentaria, han sido propuestas para corregir estos problemas, como son la edad del destete, el efecto de un racionamiento, la concentración energética, el nivel nitrogenado de la ración, la introducción de heno de alfalfa o pulpa de remolacha, y la naturaleza y forma de presentación de los cereales empleados (Van Quaেকেbeke *et al.*, 1978; Cañeque *et al.*, 1990; Bozzolo *et al.*, 1992).

El tejido adiposo no solo es importante por sus caracteres cuantitativos, sino también por sus características cualitativas, por lo que es de interés también el estudio de los factores que contribuyen su variación. Así se ha demostrado que los ácidos grasos individualmente afectan en diferente proporción a la aparición de hipercolesterolemia (Hegsted *et al.*, 1965) y que las dietas ricas en grasa saturadas se asocian a un aumento de los niveles de colesterol en plasma (Keys *et al.*, 1986) aunque el mayor daño arterial, se produce por las lipoproteínas de baja densidad (LDL-colesterol). Un aumento en la proporción de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta con disminución de los saturados es una buena forma de reducir los niveles de colesterol en plasma (Schonfeld *et al.*, 1982).

El consumo de grasa en los países occidentales alcanza hasta un 40% del aporte de energía siendo aconsejable reducirlo a un 25-30%, asegurándose que la grasa saturada no aporte más de un 10% de la energía (Keys *et al.*, 1986). No es en cambio posible eliminar el consumo de grasa en su totalidad, ya que aparte de que todos los alimentos contienen grasa en mayor o menor proporción, es además necesaria, pues es la fuente principal de ácidos grasos esenciales y de vitaminas liposolubles.

Un sistema de etiquetado del tipo de grasa podría llegar a ser introducido en los alimentos indicando la grasa total, los ácidos grasos saturados y los ácidos grasos “trans” (COMA, 1984). En este sentido, la UE desde hace varios años está redactando propuestas sobre el etiquetado nutricional de los alimentos (Freckleton, 1987).

Aunque la carne de cordero no es un alimento que se consuma a diario, éste se realiza junto con las distintas grasas que forman parte de la pieza consumida, y por ello tiene un gran interés conocer el tipo de ácidos grasos que están presentes en los diferentes depósitos adiposos.

Los datos publicados señalan pocas diferencias en el contenido en colesterol de la carne magra del cordero, vacuno y porcino, no obstante algunos trabajos realizados en Nueva Zelanda (NSA, 1987) señalan un bajo contenido en colesterol del cordero. La raza, el sistema de explotación y el peso de sacrificio, sobre todo, son factores que van a contribuir a una mayor o menor presencia del mismo.

La grasa intramuscular no influye tanto en la calidad de la canal sino en la de la carne, teniendo un alto valor por su supuesta contribución al incremento del flavor, habiéndose demostrado que el flavor de la carne per se reside en su fracción soluble en agua, mientras que las características del flavor y aroma de las especies residen en su fracción lipídica (Hornstein *et al.*, 1967).

Otra contribución de los lípidos musculares a la calidad de la carne es la estabilidad frente a la oxidación, influyendo de gran manera en la formación de los sabores desagradables o también llamados “Warmed-over Flavor” o “WOF” (Pearson *et al.*, 1977). Los lípidos musculares también influyen en la jugosidad y, por tanto, en la ternura de la carne (Blumer, 1963; Pearson, 1966; Kinsella, 1988), así como en el color, puesto que el metabolismo más aeróbico de los músculos rojos u “oscuros” comparado con los músculos blancos o “luminosos” se asocia no sólo con mayores concentraciones de mioglobina, sino también con mayores proporciones de lípidos (Allen y Foegeding, 1981).

Esta fracción lipídica desde el punto de vista nutritivo también contribuye como una fuente de energía, provee nutrientes esenciales (ácidos grasos linoleico, C18:2 y linolénico, C18:3, y vitaminas A, D, E y K) y facilita la absorción de las vitaminas liposolubles (Beare-Rogers, 1988; Linschneer y Vergroesen, 1988).

El desarrollo de la grasa subcutánea se usa para juzgar el estado de engrasamiento del animal vivo y a su vez para determinar el estado de engrasamiento de la canal, pues junto con el color y la consistencia permiten clasificar las canales en graduaciones de calidad. Incluso es deseable una cubierta suficiente para prevenir la sequedad del músculo antes y durante el cocinado.

### **Características y distribución de los diferentes depósitos adiposos**

En los animales adultos productores de carne, los principales depósitos adiposos son el subcutáneo, el intermuscular, el intramuscular, el cavitario (incluyendo el pélvico y el renal) y el visceral (incluyendo el pericárdico, el omental o epiplóico y el mesentérico). La descripción de éstos depósitos se detalla a continuación:

- Subcutáneo: localizado tendido sobre la parte muscular del cuerpo justo debajo de la piel.
- Intermuscular: tendido entre los músculos individuales y estando en mayor cantidad a lo largo de las rutas tomadas por los grandes vasos sanguíneos y los nervios.
- Intramuscular (interfascicular o de marmóreo), localizado entre la fibras musculares.
- Cavitario: Perirrenal (perinefrítico o renal), alrededor del riñón y formando un depósito sobre la capa interna del lomo Pélvico, a ésta grasa también se la denomina “del canal”, y esta distribuido en la cavidad pélvica.
- Visceral: Omental, algunas veces referido como “caul”, por su apariencia como una malla, y que está extendida sobre los estómagos. Mesentérico, acumulable alrededor del mesentéreo de los intestinos. Pericárdico, tendido alrededor del corazón.

Cada uno de estos depósitos constituye un estado dinámico jugando un importante y continuo papel en el metabolismo energético (Fritz *et al.*, 1958). Por lo tanto, la naturaleza y extensión de los depósitos grasos pueden

relacionarse vitalmente con la capacidad del animal para soportar las condiciones ambientales adversas (Martín *et al.*, 1972).

La grasa subcutánea e intermuscular son inicialmente de alto valor cuando los depósitos son relativamente pequeños, pero el valor decrece rápidamente cuando la deposición excede del óptimo, mientras que los depósitos dentro de la cavidad corporal son de escaso valor. La grasa pélvica y la renal conforman así la llamada grasa pelvicorrenal, cuya cantidad es evaluada como atributo para la clasificación comercial de la canal.

Tanto la cantidad como la composición del tejido adiposo puede variar en función de la especie animal, la edad, el sexo, el régimen alimenticio, la localización anatómica y el entorno medioambiental (Kempster, 1981b). La distribución relativa del tejido adiposo varía entre especies, y en los animales productores de carne la distribución y cantidad de la grasa son importantes en la determinación de la calidad de la canal.

#### 4.1. PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA GRASA

##### 4.1.1. COMPOSICIÓN DE LA GRASA ANIMAL

La grasa de origen animal está constituida por un conjunto de moléculas orgánicas (lípidos) insolubles en agua que se pueden extraer de los tejidos y de las células mediante disolventes no polares. Los lípidos se pueden clasificar en función de la estructura de su esqueleto, encontrando por una parte estructuras complejas que incluyen ácidos grasos en su molécula y que se denominan lípidos saponificables, ya que pueden producir jabones, y por otra, estructuras sencillas que no contienen ácidos grasos y que por lo tanto no son saponificables (Lehninger, 1981).

##### **Estructura de los Lípidos**

Los depósitos grasos de origen animal están constituidos fundamentalmente por una clase de lípidos complejos denominados glicéridos, que resultan de la esterificación de una molécula de glicerol con uno (monoglicérido), dos (diglicérido) o tres (triglicérido) ácidos grasos. Los triglicéridos constituyen la familia más abundante de los lípidos y son los principales componentes de los depósitos grasos de reserva de los animales.

Comúnmente, los triglicéridos que permanecen en estado sólido a temperatura ambiente (de elevado punto de fusión) se les denomina “grasas”, y a los que se presentan en estado líquido a esta temperatura se les denomina “aceites”.

A su vez, los triglicéridos pueden incluir el mismo ácido graso esterificando la molécula de glicerol y reciben el nombre de triglicéridos simples o incluir dos o tres ácidos grasos diferentes dando lugar a la formación de triglicéridos mixtos. Tanto el tipo de ácido graso como la localización de los mismos en la molécula de glicerol confiere a la grasa propiedades diferentes en cuanto al grado de fusión de la misma (Lehninger, 1981). La mayor parte de las grasas naturales están formadas por mezclas complejas de triglicéridos simples y mixtos.

El punto de fusión de la grasa aumenta en general con la longitud de la cadena de los ácidos grasos; así mismo, éste es mayor en los ácidos grasos de naturaleza saturada que en los insaturados. Todos los triglicéridos son prácticamente insolubles en agua, mientras que los mono y diglicéridos gracias a sus grupos hidroxilo libres presentan cierta polaridad y tienden a formar micelas, lo que les confiere funciones emulsionantes (Lenhinger, 1981).

La segunda gran clase de lípidos complejos son los fosfolípidos. Estas moléculas están constituidas por un grupo glicerol esterificado con el ácido fosfórico y el resto de la molécula con ácidos grasos fundamentalmente insaturados (Allen y Foegeding, 1981; Wood, 1984). Los fosfolípidos puros son blancos y de consistencia cerosa, no obstante por acción del calor y del oxígeno se oscurecen y experimentan cambios complejos a causa de la oxidación de sus ácidos grasos. Esta predisposición a la oxidación contribuye a la aparición de compuestos volátiles responsables del aroma de la carne (Rhee *et al.*, 1988). Los fosfolípidos presentan alto contenido de ácidos linoleico (C18:2) y araquidónico (C20:4) y principalmente se encuentran formando parte de las membranas de las células tanto musculares como de los adipositos (Christie, 1981; Rule *et al.*, 1994).

### **Estructura de los Ácidos Grasos**

Los ácidos grasos difieren entre sí en el número de átomos de carbono constituyentes de la cadena y en el número y posición de sus dobles enlaces (L'Estrange y Mulvihill, 1975). Los ácidos grasos más abundantes en la grasa de origen animal presentan un número par de átomos de carbono y de longitud comprendida entre 14 y 22 átomos de carbono, siendo los más abundantes los de 16 y 18 átomos de carbono. Normalmente, los dobles enlaces de los ácidos

grasos insaturados se presentan en la configuración *cis*, siendo menos frecuente la configuración *trans*.

Los ácidos grasos saturados mayoritarios en la grasa de origen animal son los ácidos laúrico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y araquídico (C20:0). Los ácidos grasos monoinsaturados más importantes cuantitativamente son los ácidos palmitoleico (C16:1) y oleico (C18:1) y de los poliinsaturados, los ácidos linoleico (C18:2), linoleico (C18:3) y araquidónico (C20:4). Los ácidos grasos con un número impar de átomos de carbono mayoritarios en la grasa animal son el pentadecanoico (C15:0) y el heptadecanoico (C17:0) (Body, 1988). En general, los ácidos grasos saturados y monoinsaturados son los mayoritarios en la carne de los animales domésticos, siendo el ácido oleico el mayoritario en la carne de cordero (aproximadamente el 40% del total) (Lough *et al.*, 1992; Solomon *et al.*, 1992).

Los monogástricos acumulan en los depósitos grasos importantes cantidades de los ácidos grasos esenciales linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) procedentes de la dieta. En el caso de los rumiantes, el origen de estos ácidos grasos también es exógeno, pero su hidrogenación por los microorganismos del rumen conduce a un incremento en el contenido de ácido esteárico (C18:0) (Smith, 1993; Huerta-Leindez *et al.*, 1991; Cobos *et al.*, 1994). La presencia de los ácidos grasos insaturados *cis*-14:1, *cis*-16:1, *cis*-17:1 y *cis*-18:1 está directamente relacionada con la actividad del complejo enzimático  $\Delta$ -desaturasa (Thompson *et al.*, 1973), que sintetiza ácidos grasos insaturados a partir de las correspondientes cadenas carbonadas saturadas de igual número de átomos de carbono. La actividad de dicha enzima ha sido puesta de manifiesto en ganado ovino por Jackson y Winkler (1970) al comprobar que en el hígado y en la grasa subcutánea la relación ácido oleico/esteárico se incrementaba con el aumento del estado de engrasamiento de los corderos.

### **Ácidos Grasos Deseables**

La cantidad y la composición de la grasa asociada a la carne es uno de los criterios que discriminan la aceptabilidad de la misma (Cramer, 1962). Un exceso de grasa de origen animal se relaciona habitualmente con efectos negativos para la salud humana (enfermedades cardiovasculares, obesidad, cáncer, etc.) (Cobos *et al.*, 1994). No obstante, recientemente se ha sugerido que estas afirmaciones son demasiado simplistas y así German (1990) señala que no todas las grasas de origen animal son metabólicamente equivalentes y

que algunos lípidos animales son de hecho potencialmente beneficiosos para la salud humana.

Diversos autores coinciden en que la ingestión de ácidos grasos de naturaleza saturada está relacionada con el incremento de los niveles de colesterol sérico en sangre (Castelli *et al.*, 1977; Avogaro *et al.*, 1979). Sin embargo, los ácidos grasos saturados de menos de 12 átomos de carbono no tienen efecto sobre los niveles de dicho colesterol, mientras que los ácidos grasos de naturaleza saturada de 14 o 16 átomos de carbono resultan ser hipercolesterolémicos (Smith, 1991). Bonanone y Grundy (1987) añaden que el ácido graso saturado de 18 átomos de carbono (esteárico) no afecta a los niveles de colesterol en sangre ya que por acción de la enzima  $\Delta 9$ -desaturasa se convierte en ácido oleico (monoinsaturado), contribuyendo incluso a la disminución del contenido de lipoproteínas de baja densidad (LDL), que están asociadas a las enfermedades cardiovasculares (Wieland *et al.*, 1980).

La presencia de ácidos grasos insaturados en la grasa de los animales favorece por una parte la reducción de incidencia de enfermedades coronarias y por otra mejora las propiedades sensoriales de la carne (Rhee *et al.*, 1990 a; b; Shackelford *et al.*, 1990; Ziprin *et al.*, 1990). Huerta-Leindez *et al.* (1993) agrupan bajo el término “ácidos grasos deseables” a aquellos que tienen efecto neutro o hipocolesterolémico sobre la salud humana, e incluyen en este grupo a los ácidos grasos de naturaleza insaturada y al ácido esteárico (C18:0).

Los ácidos grasos mono y poliinsaturados se consideran ácidos grasos deseables para la salud humana ya que están relacionados con bajos niveles de colesterol en sangre (Rose, 1990). Los ácidos grasos saturados incrementan la presencia de las LDL (lipoproteínas de baja densidad) en el suero asociadas a la aparición de enfermedades coronarias. Los ácidos grasos poliinsaturados reducen los niveles de LDL mientras que los ácidos grasos monoinsaturados reducen los niveles de LDL sin afectar a los de HDL (lipoproteínas de alta densidad) no asociadas con la aparición de enfermedades cardiovasculares (Smith, 1993).

### **Importancia de la Grasa en el Aroma de la Carne**

La presencia de grasa en la carne (grasa intramuscular) está asociada con la aceptabilidad de la misma desde el momento en que la grasa participa en el aroma y en la jugosidad de la carne. La grasa parece ser para la mayoría de los autores la responsable del desarrollo del flavor característico de la carne en cada especie animal (Chang *et al.*, 1980; Van den Ouweland y Swaine,

1980; Brennand y Linday, 1982). No obstante, se han desarrollado otras hipótesis para explicar la aparición del flavor característico de cada especie animal. Así, McLeod y Seyyedain-Ardebili (1981), apuntaron que cualquier compuesto (lipídico o no) puede ser responsable de las diferencias en el flavor entre especies y que estos compuestos se encuentran en la grasa intramuscular en cantidad suficiente para definir el aroma característico de la carne de una especie determinada. Para otros autores, los precursores del flavor característico de cada especie están presentes en el músculo en cantidades pequeñas (aminoácidos y carbohidratos) y son transportados hasta los depósitos de grasa intramuscular más cercanos donde se acumulan en cantidad suficiente contribuyendo al flavor de la carne (Wasserman y Spinelli, 1972).

La carne cocinada de cordero tiene un flavor muy característico, que si es muy intenso, supone motivo de rechazo por parte del consumidor. Entre los compuestos responsables del aroma de la carne de cordero se encuentran compuestos volátiles (alcanos, aldehídos, cetonas, alcoholes y lactonas) derivados de la oxidación de los ácidos grasos de naturaleza insaturada y derivados azufrados (Caporaso *et al.*, 1977), así como cadenas ramificadas e insaturadas de ácidos grasos de 8 a 10 átomos de carbono (ácido 4 metiloctanoico y ácido 4 metilnonanoico) (Johnson *et al.*, 1977; Bailey *et al.*, 1982). Aunque cualitativamente muchos de los compuestos volátiles responsables del aroma presentes en la carne de diferentes especies son similares, existen importantes diferencias cuantitativas que pueden determinar un aroma característico de la especie (Hornstein *et al.*, 1967).

El reducido contenido de azúcar de la carne de cordero respecto a otras especies domésticas (porcino, vacuno y caballar) explica que durante el cocinado, los aminoácidos de la carne no reaccionen con el azúcar (reacción de Maillard), sino que se degraden produciendo amoníaco mediante reacciones de desaminación, confiriendo a la carne aroma a tostado o asado más que a carne cocida.

La aparición del aroma intenso de la carne de cordero es posiblemente consecuencia de la reacción entre precursores localizados en los depósitos grasos y de productos de la degradación térmica del músculo en el momento del cocinado, o incluso de derivados del azufre ( $H_2S$ ) que se encuentran almacenados en el tejido graso (cistinas, cisteína, tiamina, etc.) y que son necesarios para el crecimiento de la lana (Cramer, 1983).

Allen (1970) y Terrell *et al.* (1968) no encontraron relación entre la composición en ácidos grasos de la grasa subcutánea e intramuscular y el flavor de la carne de cordero, mientras que Dryden y Marchello (1970) hallaron una correlación aceptable entre el contenido de ácido oleico (C18:1) de la grasa del depósito intramuscular y la intensidad de flavor de la carne de ganado bovino, señalando que en el músculo *Longissimus dorsi* los altos contenidos de ácido oleico eran valorados positivamente por los panelistas; por contra, los contenidos en ácido mirístico (C14:0) y parmítico (C16:0) lo eran negativamente (Westerling y Hedrick, 1979).

Los ácidos grasos poliinsaturados pueden provocar excesivo ablandamiento de la carne (Myer *et al.*, 1992), lo que proporciona una mala apariencia a las canales y una reducida conservabilidad de la misma (Ouhayoun *et al.*, 1987). Así mismo, la susceptibilidad de los ácidos grasos poliinsaturados a la oxidación, produce ciertos productos que a bajas concentraciones son necesarios para las propiedades aromáticas de la carne, como pueden ser los compuestos de tipo carbonilo (aldehídos y cetonas), hidrocarburos y ácidos carboxílicos de cadena corta principalmente; no obstante, su concentración elevada se traduce en aromas desagradables (“warmed-over flavor”), por lo que disminuye la aceptabilidad de la carne desde el punto de vista sensorial y dietético (Mazhar *et al.*, 1990; Miller *et al.*, 1990a; Shackelford *et al.*, 1990).

#### 4.1.2. COLOR DE LA GRASA

La mayoría de los autores están de acuerdo en que el color de la grasa se debe fundamentalmente a la alimentación recibida y que los pigmentos responsables del color de la misma son básicamente las xantofilas y los carotenos (Kirtton *et al.*, 1975; Forrest, 1981). No obstante, la especie ovina no acumula grandes cantidades de estos pigmentos y por ello su grasa presenta coloración más blanca que por ejemplo la procedente del ganado bovino.

Ambos pigmentos se encuentran fundamentalmente en el forraje suministrado a los rumiantes, y en menor medida en el alimento concentrado, por lo que el acabado con pienso concentrado parece ser aconsejable para la producción del tipo de canales que el consumidor valora positivamente y que se caracterizan por la ausencia de coloración intensa de la grasa (Morgan y Everit, 1969).

El color blanco de la grasa caracteriza a la categoría Lechal, el blanco cremoso-cremoso al ternasco, el cremoso-amarillento al pascual, y el amarillento al ovino mayor (Delfa, 1992).

#### 4.2. FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA GRASA

Diversos factores afectan a la calidad de las grasas, pudiéndose dividir en intrínsecos como edad y peso, sexo, raza, especie y posición anatómica y en extrínsecos como son la dieta, estación del año...

##### 4.2.1. FACTORES INTRÍNSECOS

###### 4.2.1.1. Edad y Peso

La composición en ácidos grasos de los depósitos adiposos varía en función de la edad de los animales aunque resultados diferentes y contradictorios pueden ser observados según el tipo de animal y las condiciones en que son criados.

Los corderos recién nacidos muestran una deficiencia bioquímica clásica de ácidos grasos esenciales (Moore y Noble, 1975; Palmquist *et al.*, 1977). Esto puede ser como consecuencia de la extensa biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos poliinsaturados de la dieta de la madre (Viviani, 1970), por lo que se produce una pequeña absorción de ácidos grasos esenciales. Los corderos lactantes presentan a su vez un contenido total en ácidos grasos poliinsaturados de 18 átomos de carbono reducido.

Los terneros al nacimiento contienen muy poco tejido adiposo (<4%) (Johnson *et al.*, 1973) derivado principalmente de la síntesis endógena. Los depósitos grasos de estos animales están caracterizados por un alto porcentaje (35%) de ácido palmítico (C16:0) (Dahl, 1962; Garton y Duncan, 1969), siendo los otros principales ácidos grasos, el oleico (C18:1) (40-50%) y el ácido esteárico (C18:0) (6-10%).

Por comparación, los depósitos grasos de los ovinos recién nacidos contienen menos ácido palmítico (C16:0) (20-23%) y más ácido esteárico (C18:0) (13-17%) (Leat, 1976). En los depósitos grasos y otros tejidos de los rumiantes recién nacidos no se deposita mucho ácido linoleico (C18:2), puesto que únicamente cantidades inapreciables de éste ácido graso cruzan la placenta (Leat, 1966).

El contenido en ácidos grasos de cadena impar de átomos de carbono se incrementa por la síntesis de novo que tiene lugar por la actividad de los microorganismos del rumen (Johnson *et al.*, 1988). Así los corderos lechales apenas presentan ácidos grasos de cadena impar de átomos de carbono, mientras que la proporción de dichos ácidos se incrementa cuando comienza la actividad del rumen tras el destete (Sauvant *et al.*, 1979).

Los ovinos adultos presentan mayor contenido de ácido palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0) que los más jóvenes (Friend *et al.* 1983). Así mismo Semlek y Riley (1975) han encontrado en el depósito pelvicorrenal de corderos en crecimiento, un aumento del contenido en ácido esteárico de un 30%, desde las etapas neonatales hasta los 4-5 meses de edad, como consecuencia de la puesta en funcionamiento de la actividad ruminal. Leat y Cox (1980) señalan que en los depósitos grasos de ovinos adultos existen elevados niveles de ácido esteárico (C18:0), constituyendo los ácidos grasos insaturados de 18 átomos de carbono más del 40% del total de ácidos grasos (Noble *et al.*, 1970).

Bengasaun y Reid (1965) observaron en el depósito subcutáneo de ganado ovino que el incremento de peso de los corderos, estaba correlacionado con la disminución de la firmeza de la grasa y el aumento del contenido de ácido oleico (C18:1). Así mismo, el aumento del valor del índice de yodo observado se correlacionaba positivamente con la evolución del estado de engrasamiento que acompaña al incremento de peso, ya que el incremento del contenido de grasa era consecuencia del aumento del número de adipocitos y con ellos la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados de los fosfolípidos presentes en las membranas de los mismos (Dryden *et al.*, 1973).

Después del nacimiento, el porcentaje de ácido esteárico (C18:0) en la grasa perinefrítica del vacuno se incrementa gradualmente cuando el rumen empieza a funcionar, hasta alcanzar valores máximos alrededor del año de edad (Leat, 1975). Esto es debido ciertamente a la deposición de ácido esteárico (C18:0) formado por hidrogenación en el rumen. Sin embargo, después de un año de edad, el porcentaje de ácido esteárico (C18:0) gradualmente desciende, siendo reemplazado por el ácido oleico (C18:1).

Parece existir una relación entre el engrasamiento del vacuno y el grado de insaturación de los depósitos grasos, un animal más engrasado tiene más insaturados los depósitos grasos (Leat y Cox, 1980). Este cambio en la composición de ácidos grasos de los depósitos grasos bovinos coincide con la fase de engrasamiento del desarrollo y sugiere que en éste estado los

depósitos grasos saturados, principalmente de origen exógeno, son suplidos con ácidos grasos endógenos de mayor insaturación.

Por tanto, está demostrado que en los rumiantes los ácidos grasos insaturados parecen aumentar con la edad y con la adiposidad (Hecker *et al.*, 1975), siendo esto tanto más marcado cuando los animales son criados de forma intensiva (Aurousseau, 1981). Este fenómeno parece alcanzar un límite a lo largo del crecimiento (Wahle *et al.*, 1978). Las variaciones encontradas son consecuencia de una reducción de la actividad de la lipólisis por lo cual los ácidos grasos insaturados son reesterificados más rápidamente que los ácidos grasos saturados.

En el caso de la grasa intramuscular se ha comprobado (Link *et al.*, 1970) una disminución en la proporción de fosfolípidos (referido a la cantidad total de lípidos) al aumentar el contenido total en lípidos del músculo, o sea, que el contenido en fosfolípidos permanece constante mientras que el de lípidos totales aumenta con la edad y el peso, al aumentar el estado de engrasamiento del animal.

#### 4.2.1.2. Sexo

El efecto de un metabolismo diferente según el sexo se traduce en variaciones a nivel de la composición en ácidos grasos, tanto en los lípidos de reserva como en los estructurales. En los ovinos el sexo constituye un factor de variación importante de la composición de los ácidos grasos del tejido adiposo.

En las hembras el contenido en ácidos grasos saturados es más elevado que en los machos (Molénat y Thériez, 1973) como consecuencia de una mayor proporción de ácido esteárico (C18:0). También Wood (1984) y Solomon *et al.* (1980), observaron que los corderos machos poseen una grasa más insaturada que las hembras, con un punto de fusión más bajo y, por tanto, una grasa más blanda, un mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados – linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3)- y un menor contenido de saturados – esteárico (C18:0) y palmítico (C16:0).

Sin embargo, Campo *et al.* (1995) en corderos de tipo ternasco de raza Rasa Aragonesa, observaron que la grasa subcutánea de las hembras presenta mayor contenido de ácidos grasos insaturados. También Kemp *et al.* (1981) observaron que la grasa subcutánea de los corderos machos (Hampshire x Suffolk x Rambouillet) presentó menor contenido en ácidos grasos insaturados que las hembras.

Solomon *et al.* (1990) al comparar corderos castrados con enteros, observó que los enteros presentaban una mayor cantidad de poliinsaturados totales en el músculo *Longissimus dorsi* (7.06%) que los castrados (5.21%) debido a un mayor acúmulo de ácidos linoleico (C18:2), linolénico (C18:3), araquidónico (C20:4) y oleico (C18:1).

Para las diferentes localizaciones de los depósitos grasos también existen variaciones debidas al sexo, siendo las diferencias más acusadas en el depósito subcutáneo que en el intramuscular. Así Kemp *et al.* (1981) observaron que las diferencias totales en la insaturación de los ácidos grasos debidas al sexo fueron más bajas para la grasa intramuscular que para las grasas pelviorrenal y subcutánea. En la pelviorrenal los machos enteros tuvieron más ácido oleico (C18:1) y linolénico (C18:3) y, por tanto, más insaturados totales (51.7% frente a 53.4%) que los castrados; en la subcutánea las hembras tuvieron más ácido oleico (C18:1) y más insaturados totales que los castrados y éstos a su vez más ácido esteárico (C18:0) y menos palmitoleico (C16:1) que los enteros.

Allen (1970) no encontró diferencias significativas en la composición de la grasa del depósito intramuscular de los corderos de raza Suffolk mientras que en el depósito subcutáneo observó que los machos enteros presentaron más ácido mirístico (C14:0) y palmítico (C16:0) que los machos castrados y dicha grasa fue más fluida que en las hembras.

En cambio, en el vacuno castrado se produce un incremento de la insaturación de la grasa de depósito (Dahl, 1962), y las hembras tienen más grasa insaturada que los machos (Leat, 1977). Sin embargo, estas diferencias no pueden relacionarse con un efecto directo de las hormonas sexuales, pero sí indirectamente a través de la cantidad de grasa del animal. En general, las hembras son más grasas que los machos y se sabe que la insaturación de la grasa de depósito se incrementa cuando aumenta la deposición de la grasa.

#### 4.2.1.3. Raza

Aunque el origen genético parece tener influencia en la cantidad de lípidos depositados, tiene poco efecto sobre la composición en ácidos grasos de los porcinos (Henry, 1972), de los bovinos (Flanzy, 1972; Jones *et al.*, 1981) y de las aves (Edwards *et al.*, 1973).

Los efectos de la raza sobre la composición en ácidos grasos en los diferentes depósitos grasos de la canal de los rumiantes, han sido estudiados

ampliamente, mostrando sólo ligeras diferencias. Boylan *et al.* (1976), encontraron diferencias significativas en distintas razas ovinas en la composición en ácidos grasos de la grasa subcutánea. Palanska *et al.* (1994) también encontraron diferencias entre una raza mejorada y una rústica en cuanto a la insaturación de la grasa intramuscular, siendo más insaturada la raza rústica. La precocidad de una raza también parece influir en la saturación de la grasa, siendo las razas más precoces las que presentan un mayor nivel de engrasamiento y, por tanto, una mayor insaturación (L'Estrange, 1980; Wood, 1984).

Cuando se estudió el perfil de ácidos grasos del depósito subcutáneo de las razas ovinas Sarakatsaniko y Karagouniko, todos los ácidos presentaron diferencias significativas entre ambas razas ( $p < 0.01$ ) a excepción de los ácidos palmítico (C16:0) y palmitoleico (C16:1) y el total de ácidos grasos insaturados (Zygoiannis *et al.*, 1985). Sin embargo, el contenido de ácido palmítico (C16:0) diferenciaba la composición de la grasa subcutánea de los corderos de raza Merina y Dopers, observándose que la Merina era más rica en dicho ácido graso y que esta diferencia era más acusada con el aumento del peso vivo de los corderos (Weeb *et al.*, 1994).

#### 4.2.1.4. Especie

El perfil de ácidos grasos varía ampliamente entre las especies de los animales productores de carne y constituye a menudo una característica de las mismas. Sin embargo, los lípidos que forman parte de las membranas celulares, a diferencia de las de reserva, apenas se diferencian entre las distintas especies (German 1990).

El National Livestock and Meat Board (NLSMB), recoge la composición en ácidos grasos de la carne magra (depósito intramuscular) de diferentes especies de animales de consumo (Tabla 2.9.). Se observa que el vacuno presenta el mayor porcentaje de ácidos grasos saturados (44.79%) así como el más bajo de poliinsaturados (4.75%) mientras que el cerdo y el pollo presentan el menor contenido en ácidos grasos saturados (38.3 y 36.26% respectivamente) lo que coincide con lo señalado por Touraille y Girard (1985). La carne de pollo presenta en cambio un mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados que las carnes rojas como también señala Rhee (1992).

Tabla 2.9. Perfil de ácidos grasos del depósito intramuscular de las diferentes especies animales de consumo (NLSMB)

Ácidos grasos:	Cordero	Vaca	Ternera	Cerdo	Pollo
C12:0 (laúrico)	0.22	0.00	0.00	0.16	0.00
C14:0 (mirístico)	3.13	3.11	1.92	1.31	1.10
C16:0 (palmítico)	22.82	25.96	23.56	24.39	23.08
C16:1 (palmitoleico)	3.58	4.39	4.33	3.44	3.30
C18:0 (esteárico)	13.87	13.53	14.42	11.95	10.99
C18:1 (oleico)	42.73	43.88	39.42	45.50	27.47
C18:2 (linoleico)	8.05	3.66	10.10	9.66	18.68
C18:3 (linolénico)	1.57	0.18	0.48	0.65	1.10
C20:4 (araquidónico)	1.12	0.54	3.85	1.31	4.40
Saturados	41.96	44.79	41.35	38.30	36.26
Monoinsaturados	47.20	50.45	44.23	50.08	32.97
Poliinsaturados	10.74	4.75	14.42	11.62	30.77

En general los rumiantes presentan una grasa más saturada que los monogástricos debido principalmente a la hidrogenación de los ácidos grasos insaturados de la dieta hacia los correspondientes saturados lo que está ligado a la actividad de los microorganismos ruminales (Smith, 1993). También la proporción de ácidos grasos impares y/o ramificados es más importante en los rumiantes que en otras especies ya que son sintetizados por los microorganismos de su aparato digestivo.

#### 4.2.1.5. Posición Anatómica

Tanto en los rumiantes como en el ganado porcino, la grasa de los depósitos internos (omental, mesentérica y pelviorrenal) se caracteriza por ser más saturada que la que constituye los depósitos relacionados directamente con la calidad de la carne (subcutánea e intramuscular) (Rumsey *et al.*, 1977; St. John *et al.*, 1987). Algunos autores han sugerido que estas diferencias son debidas al gradiente de temperatura corporal, localizándose la grasa con elevado punto de fusión (saturada) en los depósitos internos, donde la temperatura corporal es más elevada (Marchello *et al.*, 1967). Otros señalan que las diferencias pueden ser debidas tanto a la propia función del depósito como al momento de deposición del mismo durante el crecimiento y desarrollo (Terrell *et al.*, 1969).

En los rumiantes, la composición de ácidos grasos de la grasa subcutánea varía con la distancia a la piel y normalmente, pero no

invariablemente, hay un gradiente de instauración con la capa de grasa más profunda, siendo de consistencia más firme, más saturada y con mayor contenido de ácido esteárico (C18:0) que la localizada inmediatamente subcutánea (Leat, 1975). También, Girard (1986) encontró un gradiente positivo de insaturación del centro de la canal a la periferia. La localización anatómica y la temperatura del depósito influyen en la consistencia de la canal, siendo importantes las diferencias en la composición de ácidos grasos de la fracción lipídica.

Entre los ácidos grasos mayoritarios, parece ser que la concentración de ácido esteárico (C18:0) es el que más afecta a la consistencia de la grasa subcutánea, observándose una alta correlación entre éste ácido graso y el punto de fusión. En cambio, el ácido oleico (C18:1), insaturado que se encuentra en mayor proporción en la grasa, se correlaciona escasamente con la consistencia. Sin embargo, el linolénico (C18:3), que se encuentra en una proporción inferior, tiene un marcado efecto en dicha característica, observándose una correlación negativa entre su concentración y el punto de fusión (Wood, 1984).

Los ácidos grasos palmitoleico (C16:1), oleico (C18:1) y esteárico (C16:0) contribuyen a las mayores diferencias observadas en la composición en ácidos grasos entre los distintos depósitos grasos, por lo que diversos autores han vinculado las características de la grasa de los diferentes depósitos con la presencia de determinados ácidos grasos. Así, Kemp *et al.* (1981) observaron que la grasa pelviorrenal de corderos tuvo más ácido esteárico (C18:0) y menos oleico (C18:1) que la grasa subcutánea, y la intramuscular tuvo la menor cantidad de ácido esteárico (C18:0).

En el vacuno, ovino y caprino, la proporción de ácido esteárico (C18:0) se incrementa y la proporción de ácido palmitoleico (C16:1) decrece con el incremento de espesor de la grasa subcutánea. En el ovino, la proporción de ácido oleico (C18:1) decrece con el aumento de espesor, mientras que en el vacuno, el porcentaje de ácido oleico (C18:1) tiende a incrementarse en las capas más profundas. Las capas más delgadas de grasa subcutánea son menos saturadas que la grasa intermuscular, la cual es en cambio menos saturada que la grasa perinefrítica. Cortes de carne que contengan grasa subcutánea tenderán a ser menos saturadas que las que contengan más grasa intermuscular.

En el caso de los corderos se ha observado que la grasa intramuscular (rica en fosfolípidos) es más insaturada que la procedente del resto de los

depósitos de la canal (Pearson *et al.*, 1977, Eichborn *et al.*, 1986). García *et al.* (1995) encontraron en corderos lechales Merinos de 10.4 Kg de peso vivo una composición muy similar entre diferentes músculos, considerando la misma proporción de grasa intramuscular. Encontraron además una elevada cantidad de ácido linoleico (C18:2) comparado con otros lípidos intramusculares de rumiantes (García y Casal, 1992).

#### 4.2.2. FACTORES EXTRÍNSECOS

##### 4.2.2.1. Alimentación

El tipo de grasa de la dieta constituye la mayor fuente de variación en la composición en ácidos grasos de los lípidos de depósito, de forma particular en los animales monogástricos. La concentración de un ácido graso en la canal y la carne no sólo está influida por la cantidad de dicho ácido graso en la dieta, sino también por las tasas de otros ácidos grasos, tanto de la dieta, como de origen endógeno (Cobos *et al.*, 1994).

Puesto que los ácidos grasos de la dieta son hidrogenados en el rumen, la composición de ácidos grasos de los depósitos grasos de los rumiantes no están relativamente afectados por las alteraciones de la grasa de la dieta. Así, la alimentación con aceites insaturados en los rumiantes tiene poco efecto o ninguno sobre la composición en ácidos grasos en su tejido adiposo (Dryden *et al.*, 1973).

Sin embargo, si los ácidos grasos poliinsaturados llegan al lugar de absorción, son absorbidos y depositados como en los animales no rumiantes. Esto ocurre, por ejemplo, en los animales lactantes cuando el reflejo de la gotera esofágica permite que los lípidos de la dieta pasen el rumen y entren al abomaso directamente, siendo una forma de incrementar los ácidos grasos poliinsaturados de la canal y de la carne, al añadirlo en forma de sustitutos lácteos (Connolly, 1974).

Así, Wright *et al.* (1977), al alimentar a corderos lactantes con aceite de girasol encontraron incrementos significativos en el nivel de ácido linoleico (C18:2) en la grasa subcutánea, en la perinefrítica y en la intramuscular, acompañado por disminuciones de los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y linolénico (C18:3). También Solomon *et al.* (1992) notaron que alimentando a los corderos con aceite de palma, rico en ácido palmítico (C16:0), se depositaba una grasa subcutánea más blanca, más firme y más seca, lo que es indicativo de un mayor grado de saturación.

Diversos autores (Sutton, 1980; Payne y Rattray, 1980) señalan que la composición del forraje y concentrado aportado a las madres en lactación es el factor que incide en mayor medida en el contenido en ácidos grasos de la leche. El perfil de ácidos grasos de los depósitos grasos en animales prerrumiantes es un fiel reflejo de la composición en ácidos grasos de la dieta láctea recibida especialmente rica en ácidos grasos de cadena corta y media (laúrico (C12:0) y mirístico (C14:0)) (Body, 1988; Pérez *et al.*, 1989). Así mismo Christie (1978), destaca el elevado contenido en ácidos grasos de cadena impar de átomos de carbono presentes en la leche de las hembras rumiantes.

En los rumiantes adultos, bajo condiciones normales de manejo, sólo unas pequeñas cantidades de ácidos grasos poliinsaturados de la dieta llegan al intestino delgado. Sin embargo, se ha encontrado que aumentando la proporción de concentrado o de cereales en la ración aumenta el nivel de insaturación de los depósitos gracias a modificaciones de las reacciones bioquímicas en el rumen (Auroseau, 1981). Es así como ciertos ácidos grasos poliinsaturados pueden escapar al fenómeno de hidrogenación que tiene lugar a nivel del rumen, encontrándose incorporados en los lípidos de estructura de los microorganismos. Los ácidos grasos poliinsaturados así protegidos pueden entonces fijarse en los tejidos. Aunque este fenómeno es poco importante en los bovinos es más marcado en el ovino.

Otra forma de enriquecer la canal con ácidos grasos poliinsaturados es protegiendo los ácidos grasos de la dieta de la hidrogenación al recubrirlos con proteína tratada con formaldehído. Así considerables cantidades de ácidos grasos insaturados de la dieta son incorporados a los depósitos grasos de los rumiantes, particularmente en los animales jóvenes (McDonald y Scoot, 1977).

La proporción de concentrado y forraje en la dieta no solo modifica la proporción de tejido adiposo sino que puede tener un efecto en la composición de ácidos grasos de los depósitos grasos (Wood, 1984; Botkin *et al.*, 1988).

Se observa que un aumento en la proporción de concentrado en la dieta incrementa los niveles de propionato en el rumen y con ello la síntesis de ácidos grasos de cadena impar de átomos de carbono, así como de cadenas ramificadas (Rule *et al.*, 1991; Field *et al.*, 1992).

El incremento del plano de alimentación aumenta la deposición de grasa de naturaleza insaturada (aumento de ácido oleico (C18:1) y disminución de los ácidos palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0)) (Wood *et al.* 1991). Así mismo, Bengasaun y Reid (1965) observaron que existía correlación positiva entre la ingesta de alimento concentrado ad libitum y el porcentaje de ácido oleico

(C18:1) en el depósito subcutáneo de los corderos. Vimini *et al.* (1984) y Webb *et al.* (1994) añaden que las dietas ricas en energía incrementan el contenido de ácidos grasos insaturados en la carne, mejorando la intensidad de flavor de la misma.

Field *et al.* (1992) encontraron que al alimentar con altos niveles de maíz a los corderos, se producía una grasa más blanda y aceitosa, con altos niveles de ácido oleico (C18:1), de ácido linoleico (C18:2) y más bajos niveles de ácido linolénico (C18:3) que los alimentados con alfalfa. La mejora de la velocidad de crecimiento de los corderos criados en aprisco mediante la distribución de alimentos ricos en concentrado va acompañado de un aumento en la proporción de este efecto (Paruelle y Pain, 1982).

También Garton *et al.* (1972) y Busboom *et al.* (1981) comprobaron que al alimentar con dietas de cereal a ovino y caprino se puede producir un ablandamiento de los depósitos grasos subcutáneos, causado por la deposición de cantidades inusualmente altas de ácidos grasos de cadena ramificada, los cuales tienen puntos de fusión más bajos que los ácidos grasos normales de cadena recta. Estos ácidos grasos de cadena ramificada derivan del ácido metilmalónico formado de las grandes cantidades de ácido propiónico producido en el rumen cuando los animales son alimentados con dietas concentradas.

El vacuno, sin embargo, difiere del ovino y caprino, puesto que una alimentación predominantemente con cereal en la dieta produce un incremento en la deposición de ácidos monoenoicos más que ácidos grasos de cadena ramificada (Leat, 1977).

Por otra parte la dieta rica en forraje estimula la actividad ruminal y consecuentemente la biohidrogenación de los ácidos grasos elevando la concentración de los de naturaleza saturada (Kemp *et al.*, 1981) principalmente a través de un incremento en el porcentaje de ácido palmítico (C16:0) (Leat, 1977). En este sentido los estudios realizados por Valderrábano y Folch (1984) indican que la grasa depositada en los corderos criados en pradera (*Lolium multiflorum*) es más consistente que aquella depositada en corderos alimentados con pienso concentrado (cebada, maíz, soja). También Miller *et al.* (1967) señalaron que una dieta alta en forraje produce un elevado nivel de ácido esteárico (C16:0) en la grasa renal.

El contenido lipídico de los forrajes es bajo variando entre 1.4% y 5.1% de la materia seca (Bredon *et al.*, 1987), conteniendo los ácidos linolénico (C18:3), linoleico (C18:2) y oleico (C18:1) en las mayores proporciones de los

ácidos grasos totales, siendo, respectivamente, 53%, 13% y 10% (Garton, 1960; Shorland, 1984). El hecho que el ácido linoleico (C18:2) estuviera influido por una alimentación con forraje (Casey *et al.*, 1988), soportaría lo señalado por Moore y Christie (1984) de que una proporción de los ácidos grasos poliinsaturados ingeridos (10%) pueden fluir a través del rumen.

## ***MATERIAL Y MÉTODOS***

---

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 1. ANIMALES

Para la realización de la experiencia se han utilizado un total de 49 animales (27 machos y 22 hembras), procedentes de un rebaño experimental de ovejas de raza Manchega, pertenecientes a la finca "EL Encin". Los tratamientos estudiados han sido sexo (machos y hembras) y peso de sacrificio (10, 12 y 14 Kg de peso vivo).

Con el fin de concentrar los partos para facilitar el manejo, se ha procedido a la sincronización del celo de un rebaño de 100 ovejas. Para ello se han utilizado esponjas vaginales de poliuretano impregnadas de progestágeno (60 mg de acetato de fluorogestona). Las esponjas se han mantenido 12 días y a las 48 horas de su retirada el 95% de las ovejas mostraban síntomas de celo. Se han realizado cubriciones controladas, utilizando un carnero por cada 8 ovejas.

El día 143-144 de la gestación se les administra una inyección intramuscular de 16 mg de betametasona por oveja (1,1 ml/animal de Raprobet®), para que los partos se agrupen en pocas horas, produciéndose el 90% de los mismos entre las 36 y 48 horas después de la inyección.

Al nacimiento, se eligieron los corderos de parto simple, completándose los necesarios para la experiencia con corderos de parto doble pero criados como simples. Hammond (1932), encontró que los corderos mellizos criados como simples desde el nacimiento, presentaban el mismo crecimiento que los simples. Los pesos medios de nacimiento han sido muy similares entre ambos sexos, con 4,47 Kg para los machos y 4,44 Kg para las hembras. Los corderos se asignan al azar a cada lote, sacrificándose para la experiencia: 17 corderos a los 10 Kg, 16 corderos a los 12 Kg y, 16 a los 10 Kg, como se indica a continuación:

Sexo \ Peso	Peso			Total
	10 Kg peso	12 Kg peso	14 Kg peso	
Machos	9	9	9	27
Hembras	8	7	7	22
Total	17	16	16	49

Desde el nacimiento hasta el momento de sacrificio los corderos se han alimentado a base de leche de sus madres, sin recibir ningún tipo de pienso.

Las madres salían al pasto durante el día, permaneciendo los corderos continuamente en el aprisco.

Cuando los corderos alcanzaban, individualmente, el peso vivo fijado (PVA), se les separaba de las ovejas y se les transportaba a un matadero experimental situado en la finca "El Deheson del Encinar". Allí se pesaban nuevamente, después de un periodo de ayuno de unas 16 horas, obteniendo así el peso vivo de sacrificio (PVS). Las diferencias existentes entre el PVA y PVS se atribuyen a las pérdidas por ayuno y a las pérdidas por transporte.

## 2. MÉTODOS REALIZADOS SOBRE LA CANAL

### 2.1. METODOLOGÍA EN EL MATADERO

Los animales han sido sacrificados y faenados siguiendo el método descrito por Colomer-Rocher *et al.* (1988), tomando el peso de la canal caliente (PCC) inmediatamente después del faenado. En la canal se incluyen los riñones con su grasa, el timo y en el caso de los machos los testículos.

Se anotan los pesos de los siguientes componentes del quinto cuarto:

- Sangre: Se recoge mientras se mantiene al animal sobre el banco de sacrificio y posteriormente, suspendiendo el cuerpo por las extremidades posteriores, para facilitar el vaciado. Esta se recoge en recipientes tarados previamente.
- Piel: Se obtiene tras el desuello del animal, incluye la piel y la lana, excepto los que cubren la porción distal de las extremidades.
- Patas: Se seccionan a nivel de las articulaciones carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana, incluye la piel y el pelo de cobertura y las pezuñas.
- Cabeza: separada del cuerpo a nivel de la articulación occipito-atlantoidea. Incluye la lengua.
- Asadura: Incluye pulmones, tráquea, parte del esófago, hígado y parte del diafragma.
- Aparato digestivo. Su peso se determina con el digestivo lleno y después de su vaciado y limpieza, el de sus componentes por separado: grasas omental y mesentérica, estómago, intestino (formado por intestino delgado, grueso y el recto), De la diferencia del peso del

digestivo completo y el de sus componentes vacíos se obtiene el peso del contenido digestivo.

El peso vivo vacío (PVV) del animal se obtiene con la diferencia entre PVS y el contenido digestivo.

De la extremidad anterior izquierda, se separa el hueso gran metacarpiano (*os metacarpale III et IV*), tomándose el peso con el hueso libre de ligamentos, y la longitud que será la distancia máxima entre las superficies articulares proximal y distal. La medida de longitud se realiza mediante un calibre o pie de rey.

Las canales se suspenden por los corvejones, separados a una distancia tal que las tibias permanecen paralelas (lechales grandes 9.3 cm y pequeños 6.7 cm.).

Después de un periodo de refrigeración de 24 horas a 4°C, se pesan las canales obteniendo el peso de la canal fría (PCF).

A partir de las pesadas anteriores se obtienen los rendimientos y las pérdidas:

- Rendimiento matadero =  $PCF/PVS \times 100$
- Rendimiento comercial =  $PCF/PVA \times 100$
- Rendimiento verdadero =  $PCC/PVV \times 100$
- Pérdidas por ayuno =  $(PVA-PVS)/PVS \times 100$
- Pérdidas por refrigeración =  $(PCC-PCF)/PCC \times 100$

A continuación se realizan las distintas medidas objetivas y subjetiva de conformación y engrasamiento sobre la canal.

### 2.1.1. MEDIDAS DE ENGRASAMIENTO

#### 2.1.1.1. Medidas Objetivas

##### - **Espesor de la grasa subcutánea dorsal:**

La medición se realiza sobre la canal entera refrigerada con un calibre digital. Se practican dos incisiones perpendiculares entre sí, a 4 cm del borde posterior de la última costilla y a 4 cm de distancia de la línea media. La medida

se toma en la intersección de ambas incisiones, realizándose tres mediciones en cada lado de la canal.

#### - **Peso de la grasa pelviorrenal**

En el matadero se ha tomado el peso de la grasa pelviorrenal derecha, expresándose su proporción respecto a la media canal derecha. El peso de la grasa pelviorrenal izquierda se ha tomado tras la disección de la pierna y el costillar. La grasa pelviorrenal total se obtiene de la suma de las grasas de las dos medias canales expresándose su proporción respecto al peso vivo vacío.

#### 2.1.1.2. Medidas Subjetivas

##### - **Evaluación subjetiva del estado de engrasamiento:**

La determinación de este parámetro se realiza según tres sistemas de clasificación: El sistema Europeo para canales ligeras, el sistema de Colomer y un sistema propuesto para las canales de corderos lechales.

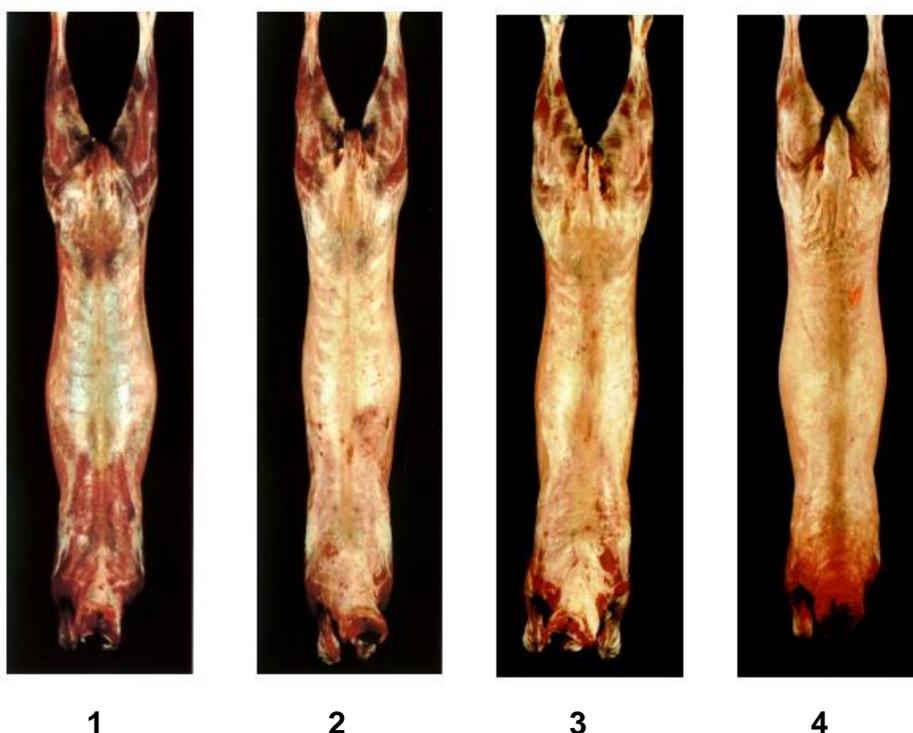
##### *Sistema Europeo de clasificación para canales ovinas ligeras*

La determinación según el sistema Europeo, se ha realizado mediante patrones fotográficos, siguiendo el método de la UE descrito en los Reglamentos (CEE) nº 2137/92 y 461/93, para canales ligeras de menos de 13 Kg, teniendo en cuenta tanto la cobertura externa de grasa como la interna (depósito torácico). Para estas canales la escala es de 4 puntos (Figura 3.1)

- **1. Muy escasa:** La cobertura grasa es inexistente o muy ligera. Grasa externa: Presencia escasa o nula de grasa. Grasa interna (depósito torácico): Presencia escasa o nula de grasa entre las costillas.
- **2. Escasa:** Ligera cobertura grasa, carne casi siempre aparente. Grasa externa: Una capa muy fina de grasa cubre parte de la canal, aunque puede ser menos apreciable en los miembros. Grasa interna (grasa torácica): Músculos claramente visibles entre las costillas.
- **3. Media:** Los músculos con excepción de los cuartos traseros y la paletilla, casi siempre cubiertos de grasa; pequeños cúmulos de grasa en la cavidad torácica. Externa: Una capa fina de grasa cubre toda la canal o la mayor parte de la misma. Zonas de grasa ligeramente más espesas en la base del rabo. Interna (torácica): Los músculos aun son visibles entre las costillas.

- **4. Importante:** Músculos cubiertos de grasa pero aún parcialmente visibles en los cuartos traseros y la paletilla; cúmulos apreciables de grasa en la cavidad torácica. Externa: Una capa espesa de grasa cubre toda la canal o la mayor parte de la misma, aunque puede ser más delgada en los miembros y más espesa en las paletillas. Interna (torácica): Los músculos entre las costillas pueden presentar infiltraciones de grasa. Pueden apreciarse depósitos de grasa en las costillas.

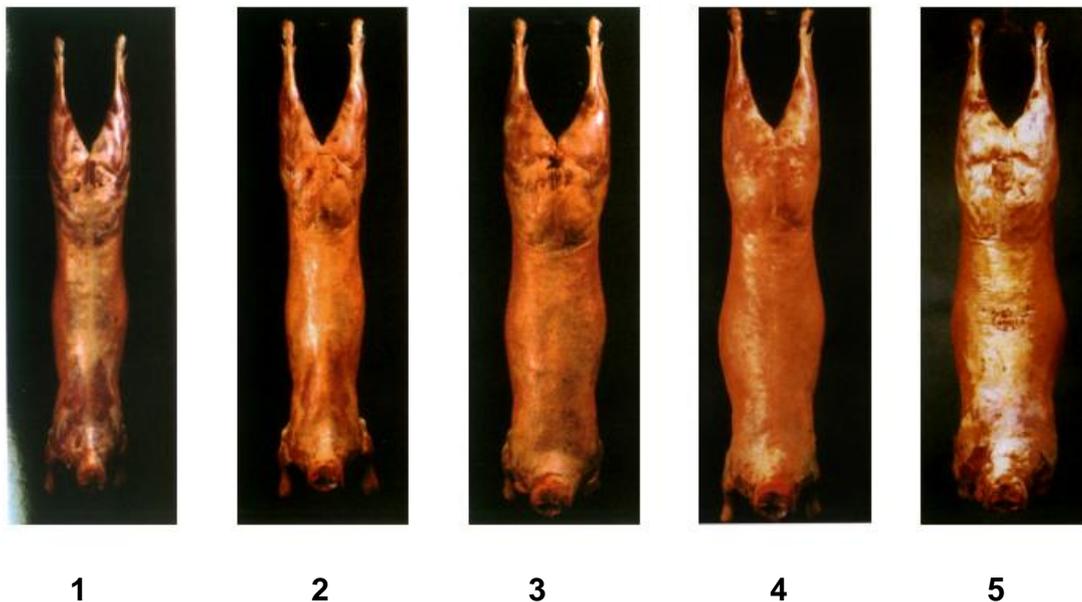
Figura 3.1. Patrones fotográficos adoptados por la UE para la clasificación de las canales de corderos ligeros según su estado de engrasamiento.



#### *Sistema Colomer-Rocher de clasificación para canales ovinas*

La metodología para la determinación del estado de engrasamiento basada en patrones fotográficos de Colomer-Rocher (1974), que consta de una escala de cinco puntos (1-5), siguiendo un orden creciente de canales muy magras a canales excesivamente grasas (Colomer-Rocher *et al.*, 1988). La clasificación está basada en las observaciones de la cantidad de grasa subcutánea y su distribución a lo largo de la canal: pierna, grupa, región renal, dorsal y espalda. (Figura 3.2.)

Figura 3.2. Patrones fotográficos utilizados para la determinación del estado de engrasamiento según Colomer-Rocher.



#### *Sistema Propuesto de clasificación de canales de lechales*

Se ha determinado la apreciación subjetiva del engrasamiento a partir de una escala establecida específicamente para los corderos lechales. Este sistema se ha desarrollado a partir de las fotografías de las canales de los corderos de nuestro estudio. Para ello cinco jueces han realizado una gradación de las mismas de mayor a menor en función de su grasa de cobertura, para así facilitar el agrupamiento de las canales en grupos lo más homogéneos posible en cuanto al engrasamiento. En principio se formaron cuatro clases de engrasamiento, pero surgían dificultades en la diferenciación entre clases contiguas, por lo que al final se optó por un sistema de tres clases que resultó más sencillo de utilizar. (Figura 3.3.)

La “Clase 1”: se corresponde con canales muy magras donde la cobertura grasa es inexistente o muy ligera, siendo prácticamente todos los músculos visibles.

La “Clase 2”: Ligera cobertura grasa. Incluye canales en las que la grasa de cobertura comienza a ser aparente, principalmente entre los músculos. Las piernas están cubiertas por una fina capa de grasa.

La “Clase 3” que se correspondería con las canales más grasas, con una cantidad importante de grasa de cobertura, que es principalmente espesa en la

base de la cola. Las piernas se muestran cubiertas por una capa media de grasa que se engrosa entre los músculos, espaldas parcialmente cubiertas.

Figura 3.3. Patrones fotográficos utilizados para la calificación del estado de engrasamiento en canales de corderos lechales.



**Clase 1**



**Clase 2**



**Clase 3**

Cada una de las categorías de las escalas anteriormente descritas, se subdividió en tres: -1, 1, 1+, 2-, 2, 2+, 3-, 3, 3+, 4-, 4, 4+.

#### **- Evaluación subjetiva de la grasa pelviorrenal:**

Se realiza la valoración visual de la importancia del acúmulo de grasa que recubre los riñones y la cavidad pelviana, según el método propuesto por Colomer-Rocher *et al.* (1988). Esta escala está formada por tres puntos (1-3), cada uno de los cuales se subdivide en tres, quedando la escala compuesta por nueve puntos: -1, 1, 1+, 2-, 2, 2+, 3-, 3, 3+.

Calificación 1: Poca cantidad. Los riñones están recubiertos de grasa en su extremo caudal. La cavidad pelviana está recubierta por una fina capa de grasa pelviorrenal.

Calificación 2: Cantidad normal. Riñones parcialmente recubiertos, sobre todo el izquierdo. El derecho está descubierto en su extremo craneal. La grasa de la cavidad pelviana es aparente y de mediano espesor, en capa uniforme.

Calificación 3: Mucha cantidad. Ambos riñones están totalmente cubiertos por una capa muy gruesa. En la cavidad pelviana hay acúmulos grasos en forma de racimos gruesos muy aparentes.

## 2.1.2. MEDIDAS DE CONFORMACIÓN

### 2.1.2.1. Medidas Objetivas

Las medidas lineales obtenidas sobre la canal entera son (Figura 3.4):

- Medida G o anchura de la grupa. Es la anchura máxima entre los trocánteres de ambos fémures. Se tomó con un compás de espesores o pelvómetro.

- Medida B o perímetro de la grupa. Se realiza a nivel de los trocánteres de ambos fémures, con cinta métrica de tela.

- Medida Wr o anchura del tórax. Es la anchura máxima de la canal a nivel de las costillas, realizado con un compás de espesores o pelvómetro.

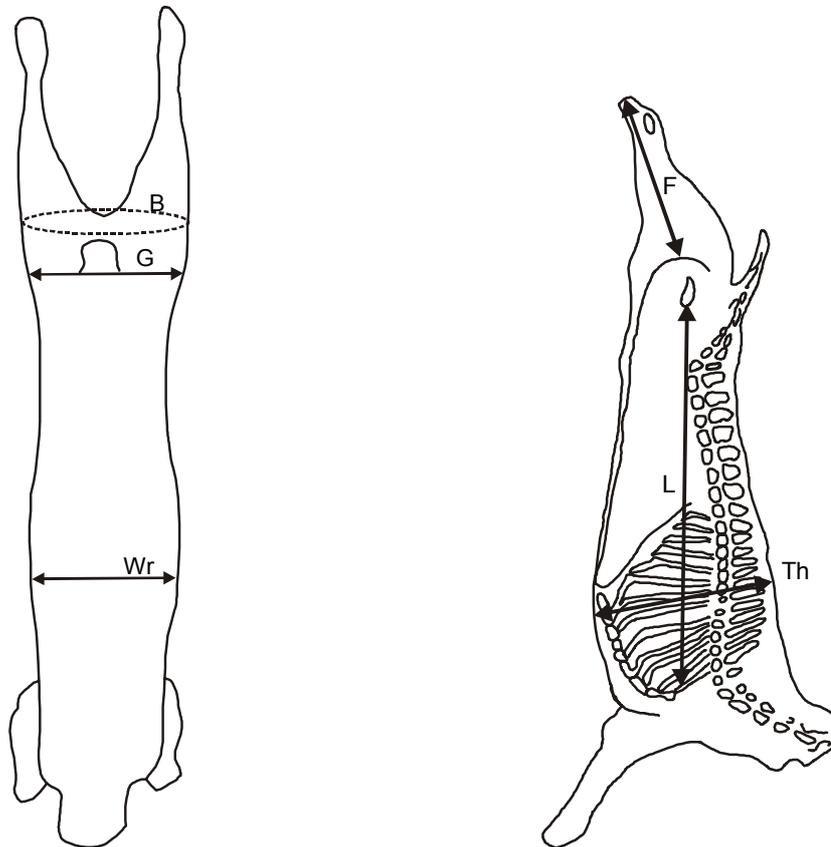
Posteriormente se realiza el esquinado de la canal, para la obtención de las dos medias canales. Previamente, se separa la cola a nivel de la articulación sacro-coxígea, procediendo a continuación a la división longitudinal de la canal siguiendo un plano sagital, mediante una sierra eléctrica. Se anotan los pesos de las dos medias canales y de la cola, y sobre la media canal izquierda suspendida del corvejón, se realizan las medidas internas (Figura 3.4.):

- Medida L o longitud interna de la canal. Es la distancia máxima entre el borde anterior de la sínfisis isquiopubiana y el borde anterior de la primera costilla en su punto medio. Tomada con cinta métrica metálica.

- Medida Th o profundidad del tórax. Distancia máxima entre el esternón y el dorso de la canal a nivel de la sexta vértebra torácica. Con compás de espesores o pelvómetro.

- Medida F o longitud de la pierna. Es la distancia entre el punto más caudal del periné y el punto más distal del borde medial de la superficie articular tarso-metatarsiana. Tomada con cinta metálica.

Figura 3.4. Medidas tomadas sobre la canal entera y sobre la media canal.



A partir de estas medidas se obtuvieron una serie de índices:

- Índice de compacidad de la pierna =  $G/F$ .
- Índice de compacidad de la canal =  $PCF/L$ .
- Índice de redondez del pecho =  $Wr/Th$ .

#### 2.1.2.2. Medida Subjetiva

Para el tipo de canales estudiado en este trabajo (<13 Kg), la legislación europea no tiene en cuenta la valoración de la conformación. Por lo que se ha utilizado la escala propuesta por Colomer-Rocher *et al.* (1988).

La metodología describe en primer lugar el aspecto general de la canal y luego el de ciertas regiones anatómicas (pierna, grupa, región renal, dorso y espalda). La escala consta de cinco puntos (EUROP), donde la clase “P” es la de conformación más pobre, de superficies musculares planas, y la clase “E” corresponde a canales de conformación excelente con hipertrofia muscular en las cinturas escapular y pelviana. Para su realización se han utilizado unos patrones fotográficos publicados por Colomer-Rocher (1984).

## 2.2. METODOLOGÍA DEL DESPIECE

Las medias canales se dividen en regiones anatómicas, siguiendo el despiece normalizado descrito por Colomer-Rocher *et al.* (1972). Para la separación de la espalda se ha seguido el método propuesto por Boccard y Dumont (1955). Para la obtención de los bajos se corta la pared costal y la falda. La pierna se separa del resto mediante un corte entre la sexta y la séptima vértebra lumbar, y el cuello a nivel de la articulación entre la sexta y la séptima vértebra cervical. La pieza restante se divide en badal y costillar mediante un corte perpendicular al raquis, entre la quinta y sexta vértebra torácicas (Figuras 3.5 y 3.6).

Figura 3.5. Referencias anatómicas para el despiece de la espalda.

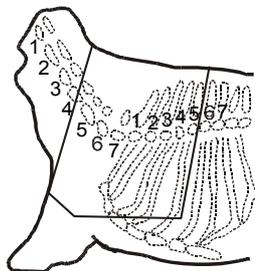
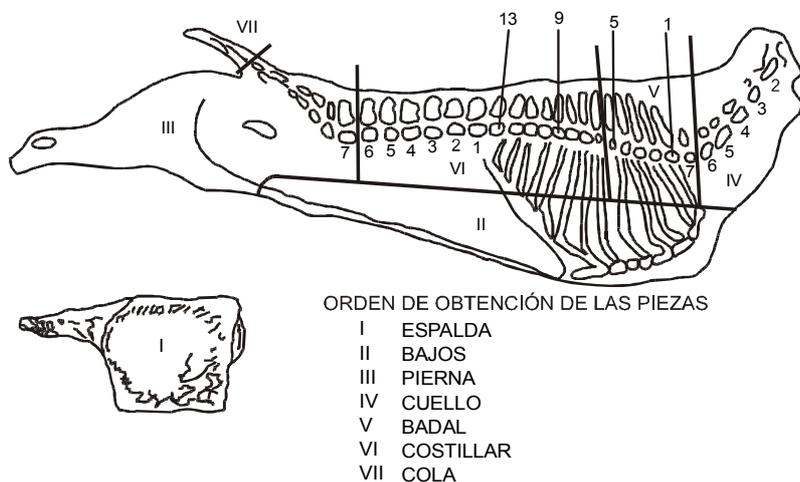


Figura 3.6. Composición regional de la canal (Colomer-Rocher *et al.*, 1988).



La categoría de las mismas, las regiones que comprenden, y la base ósea donde se asientan se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Piezas resultantes del despiece normalizado de Colomer-Rocher *et al.* (1972 y 1988).

<b>Piezas</b>	<b>Categoría comercial</b>	<b>Regiones anatómicas</b>	<b>Base ósea</b>	<b>Destino culinario</b>
Pierna	I	Sacra, glútea, femoral o crural y de la pierna	Fémur, rótula, tibia, peroné y huesos del tarso	Asar al horno
Badal	I	Debajo de la espalda	Última vértebra cervical y cinco primeras costillas	Asar a la brasa, a la plancha, al horno o para freír
Costillar	I	Del costillar	Vértebras torácicas y lumbares, resto de las costillas	Asar a la brasa, a la plancha, al horno o para freír
Espalda	II	Escapular, braquial y antebraquial	Escápula, húmero, radio, cúbito y huesos del carpo	Asar al horno
Cuello	III	Del cuello	Seis primeras vértebras cervicales	Guisar
Bajos	III	Pared abdominal y mitad ventral de la torácica	-	Guisar
Cola	III	De la cola	Vértebras caudales	Guisar

Las piezas una vez obtenidas son pesadas y envasadas al vacío en bolsas de polietileno y congeladas a  $-25^{\circ}\text{C}$  para su posterior disección.

Para determinar la proporción de piezas, se ha utilizado el “peso corregido de la media canal derecha”, que se obtiene después de sumar todas las piezas excepto la cola.

### 2.3. METODOLOGÍA DE LA DISECCIÓN

La disección se realiza en todas las piezas de la media canal izquierda. Tras la descongelación de las mismas, se efectúa la disección con un bisturí, en una sala con temperatura controlada, manteniéndola uniforme a 10-11°C. A lo largo del proceso las piezas se mantuvieron protegidas con un paño húmedo para evitar las pérdidas por evaporación, de este modo se consigue que las pérdidas de peso por disección no alcancen el 2% del peso inicial de cada pieza.

Los tejidos obtenidos han sido:

- Tejido muscular. Para su obtención se separan individualmente los músculos o grupos musculares de cada pieza, limpiándolos de restos de grasa. Los ligamentos y tendones se seccionan lo más cerca posible del músculo. Se retiran los grandes vasos y nervios.

- Tejido óseo. Para su obtención se retira todo el tejido muscular y adiposo de los huesos, así como los ligamentos y tendones, que se separan de este a nivel de su inserción. Se incluyen los cartílagos.

- Tejido adiposo. Constituido por la grasa subcutánea, intermuscular, renal (presente en el costillar) y pélvica (en la pierna).

- Desechos. Formados por nódulos linfáticos, grandes vasos sanguíneos y nervios, tendones, aponeurosis y fascias.

Para los cálculos relacionados con la composición tisular, se utiliza el “peso de la media canal corregida” que se obtiene al sumar el peso del músculo, hueso, grasa y desechos totales de la canal, no incluyendo el peso de los testículos, timo y riñón. El “peso corregido” ha sido utilizado en numerosos trabajos referidos a composición tisular en ovino y bovino (Berg *et al.*, 1978; Wood *et al.*, 1980).

En la media canal derecha se realiza la disección completa del músculo *Longissimus dorsi*, que se pesa y posteriormente subdivide en muestras. Así mismo se disecciona totalmente la grasa pelviorrenal de la media canal derecha y se toman muestras de grasa subcutánea, pesándose ambas en una balanza de precisión. Las muestras se envasan al vacío y congeladas a -25°C, para su posterior análisis.

### 3. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA CARNE

#### 3.1. pH

Para la determinación del pH se ha utilizado un pHmetro con electrodo de penetración y termómetro (Schott-Geräte GMBH), introduciéndolo en el músculo después de hacer un corte con el bisturí. Las medidas se han tomado sobre los músculos *Semitendinosus* y *Longissimus dorsi* (a nivel de la última costilla), a las 0 horas (justo después del faenado del animal), a los 45 minutos, y a las 24 horas (después de permanecer en refrigeración).

#### 3.2. COLOR

Para su determinación se ha utilizado un colorímetro Minolta Chromameter CR-200, utilizando el espacio de color CIELAB (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE, 1986). Este sistema permite identificar un color con la ayuda de las coordenadas L\*(claridad), a\*(índice de rojo) y b\*(índice de amarillo).

A partir de estas coordenadas se obtienen los índices colorimétricos (Hopkins *et al.*, 1995 y Hopkins, 1996):

$$\text{Cromaticidad o "chroma"} = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$\text{Tono o "Hue"} = \arctg b/a \times 57.49$$

Se han tomado tres medidas sobre la superficie libre de grasa del músculo *Longissimus dorsi*, de la media canal derecha.

#### 3.3. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

Se ha realizado por el método de presión según la técnica de Grau Hamm (1953), con la modificación de Sierra (1973), que consiste en presionar una muestra a presiones concretas para medir el agua que se expulsa.

Para ello se pesan 5 g del músculo *Longissimus dorsi* (previamente madurado 48 ó 72 h), picada con un masticador y limpio de grasa y tejido conjuntivo, y se coloca entre dos papeles de filtro Whatman nº 41, previamente pesados. Se aísla por la parte superior e inferior con dos placas de petri y se coloca encima un peso de 2.250 Kg durante cinco minutos. Se han realizado dos repeticiones por cordero.

La diferencia entre el peso inicial de la carne y el peso después de haber sido sometida a presión, será el agua que ha expulsado, que se expresa como porcentaje de jugo expulsado respecto al peso de la muestra inicial.

### 3.4. COLÁGENO

#### 3.4.1. DETERMINACIÓN DEL COLÁGENO TOTAL

La técnica consiste en la determinación colorimétrica de la hidroxiprolina (Hyp), que es un aminoácido característico del colágeno, que no se encuentra en ninguna otra proteína de los animales superiores.

Para ello se hidrolizan en medio ácido (ácido sulfúrico) las proteínas de la carne. Una vez liberada la Hyp, se oxida con cloramina T, y tras la adición de p-dimetilaminobenzaldehido, se forma un derivado coloreado que se valora colorimetricamente con un espectrofotómetro. Se ha seguido la metodología de la AOAC (AOAC Official Methods of Analysis. Hydroxyproline in meat and meat Products, 1996), con algunas modificaciones descritas posteriormente.

La valoración se ha realizado por duplicado en una muestra músculo *Longissimus dorsi*, anteriormente descongelada a temperatura ambiente. Esta previamente se limpia de grasa, fascias y tejido conjuntivo visible, utilizándose para el análisis la parte central interna. Después de picar la carne, se pesan 5 g en un matraz erlenmeyer y se añaden 30ml de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 7N, permaneciendo durante toda la noche (mínimo 16 horas), tapados en la estufa a 105°C.

Una vez sacados de la estufa se transvasan a un matraz aforado de 200 ml y se enrasan con agua destilada. La solución se filtra para retener las posibles partículas que pudieran interferir en la colorimetría. De cada filtrado se toman 25 ml, ajustándose el pH entre 6.5-7 con una solución de hidróxido sódico (NaOH), transvasándose posteriormente a matraces aforados de 100 ml.

Para la lectura es necesario la preparación de una curva patrón. Para ello se realiza una solución madre con 100 µg/ml de L- Hidroxiprolina, a partir de la cual se obtienen soluciones patrón que contienen 3, 5, 8 y 10 µg/ml.

A continuación se preparan una serie de tubos de ensayo con enrase a 12 ml, y se añade 1 ml de agua destilada en uno de los tubos (tubo blanco), en los siguientes 1 ml de las soluciones que contienen 3, 5, 8 y 10 µg/ml

(patrones), y en los restantes 1 ml de cada una de las disoluciones de las muestras problema.

A cada tubo se le añaden: 2 ml de alcohol isopropílico y 1 ml de solución oxidante (contiene un volumen de solución de cloramina T al 10.5% y 4 volúmenes de solución tampón pH 6). Esta última se obtiene disolviendo 34g de acetato sódico anhidro, 36.5g de citrato sódico monohidratado y 5.5g de ácido cítrico en 385 ml de alcohol isopropílico puro y enrasar con agua destilada hasta 1000 ml). Esta solución debe prepararse en el momento. Se agita y deja reposar durante 10 minutos.

Después a cada tubo se le añaden 3 ml de ácido perclórico al 17.5% para detener la oxidación y 2 ml de p-dimetilaminobenzaldehído al 5% en alcohol isopropílico, se homogeneizan y se introducen en un baño maría a 60°C durante 20 minutos. Transcurrido este tiempo se enfrían en un baño de agua fría, se enrasan a 12 ml con alcohol isopropílico y se procede a la lectura de las absorbancias en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 560nm.

Para la realización de los cálculos se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Hyp} = [\text{Hyp}] \cdot 0.8 / \text{Peso de la muestra (mg/g)}$$

Para obtener la cantidad de colágeno se multiplica esta cantidad por 8.

Los resultados se ha corregido respecto a materia seca, para ello se ha realizado la determinación de la humedad (Métodos de análisis de Productos Cárnicos (BOE 29/8/79)) de las muestras de carne congeladas.

### 3.4.2. DETERMINACIÓN DEL COLÁGENO SOLUBLE

El colágeno es una proteína insoluble en medio neutro. Sin embargo en medio ácido y a altas temperaturas se hidroliza, haciéndose en parte soluble.

La técnica se ha realizado siguiendo el método de Hill (1966). Para ello se toman las mismas cantidades y tipo de muestras que para el colágeno total, se añaden 15 ml de agua destilada y se mantienen durante 2 horas en agitación en un baño a 77°C. Transcurridas las dos horas, se centrifugan a 3000 r.p.m. durante 10 minutos, recogiendo los sobrenadantes (colágeno soluble) en matraces de 250 ml. Se vuelve a repetir la operación añadiendo 10 ml de agua destilada al sedimento, para separar lo máximo posible el colágeno soluble del insoluble. El sobrenadante se vuelve a separar del sedimento (colágeno insoluble) valorándose la concentración de Hyp siguiendo la misma

metodología descrita para el colágeno total, pero las diluciones se realizan a 100 ml para el colágeno insoluble y a 50 ml para el soluble, para que la concentración de Hyp en la dilución esté dentro del rango de concentraciones de la curva patrón.

Las fórmulas utilizadas han sido las siguientes:

Hyp= [concentración]\*0.2/Peso muestra (g) para enrase a 50 ml.

Hyp= [concentración]\*0.4/Peso muestra (g) para enrase a 100ml.

El colágeno soluble se determina como porcentaje del total de la muestra:

$\% \text{Colag. Soluble} = \text{Colag. soluble} / (\text{Colag. Soluble} + \text{Colag. Insoluble})$

## 4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA GRASA

### 4.1. COLOR

Se utiliza, al igual que en el caso de la carne, un colorímetro Minolta Chromameter CR-200 y el espacio de color CIELAB, realizándose nueve mediciones en la grasa del maslo de la cola. En la determinación se obtienen los componentes  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , y el índice de saturación, cromaticidad o “chroma” calculado mediante la siguiente fórmula:  $\text{Cromaticidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ .

### 4.2. DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

La determinación de ácidos grasos se realiza sobre las muestras de grasa pelviorrenal, subcutánea y del músculo *Longissimus dorsi* tomadas previamente en el matadero. También se analizan las muestras del músculo *Quadriceps femoris*, de la grasa intermuscular y subcutánea de la pierna y de la grasa intermuscular de costillar, obtenidas tras la disección.

La caracterización de los ácidos grasos totales de la grasa de las muestras analizadas, se ha llevado a cabo mediante la técnica de cromatografía de gases, en la cual se ha de realizar una extracción previa de dicha grasa y posteriormente una metilación de los ácidos grasos presentes en la misma.

#### 4.2.1. EXTRACCIÓN DE LÍPIDOS

La extracción de la grasa química se realiza mediante la técnica de Hanson y Olley (1963), siendo una modificación de la técnica de Bligh y Dyer (1959).

El principio de esta técnica consiste en tratar el producto con una mezcla de dos solventes, cloroformo y metanol, donde el metanol rompe los enlaces lipido-proteicos y el cloroformo solubiliza los lípidos. Para la eliminación de las sustancias no lipídicas solubles en la mezcla, el extracto es lavado con agua salina. La sal disminuye la disociación de los ácidos lipídicos y de esta forma no se disocia la fase solvente (cloroformo). Además, la presencia del agua salina, unida al metanol, permite separar la fase clorofórmica (fase inferior) de la fase metanólica (fase superior).

Para el desarrollo de la metodología se toman 20 g de grasa ó 25 de músculo, limpios y picados, y se introducen en tubos de centrifuga de 250 ml de capacidad. A la muestra se le añade una punta de espátula de BHT (butil hibroxil tolueno, para prevenir la oxidación lipídica), 40 ml de metanol y 20 ml de cloroformo, así como la cantidad de agua salina necesaria hasta completar un total de 16 ml, siendo la relación cloroformo/metanol/agua 1/2/0.8 (v/v/v). Después se homogeneiza la muestra durante 20 minutos, sumergiendo el tubo en un baño de hielo para evitar el calentamiento de la muestra. Realizando este tratamiento la solución debe ser monofásica.

Posteriormente se añaden otros 20 ml de cloroformo y 20 ml de agua destilada salina, siendo la relación cloroformo/metanol/agua de 2/2/1.8 (v/v/v). Se vuelve a homogeneizar la muestra durante medio minuto en baño de hielo. A continuación, se centrifugan los tubos a 2000 r.p.m. durante 30 segundos y a 0°C. Al centrifugar se forman tres fases: la fase superior es agua y metanol, la fase intermedia contiene sedimentos sólidos, y la inferior es la grasa disuelta en cloroformo. Se debe, por tanto eliminar la fase superior y atravesando la intermedia, recoger con una pipeta una alícuota de 20 ml de la fase inferior.

La alícuota se filtra en un matraz redondo de fondo plano de 25 ml, mediante un papel Whatman nº 42, cubierto con una punta de espátula de sulfato sódico anhidro (usado para permitir condiciones anhidridas), lavando posteriormente dicho filtro con una mezcla de cloroformo/metanol en proporción 2/1 (v/v) y 0.05% de BTH.

La grasa se concentra eliminando los disolventes en un evaporador rotatorio, con el baño de agua a 35-40°C, cubriendo la parte inferior del matraz. Para asegurar la total evaporación de los solventes se llevan los matraces a otro baño de agua a 35-40°C, donde se les infunde una corriente de nitrógeno.

Una vez evaporado se pesa el matraz y por diferencia de pesada en vacío se calcula la cantidad de grasa extraída.

Las muestras así obtenidas son transvasadas a tubos herméticos con tapón de rosca y junta de teflón, y se pasan por una corriente de nitrógeno para asegurar condiciones anaerobias para su conservación. Se congelan a  $-25^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis.

#### 4.2.2. FORMACIÓN DE ÉSTERES METÍLICOS

Se realiza siguiendo la metodología del trifluoruro de boro ( $\text{BF}_3$ ) de Morrison y Smith (1964). El alcoholato de trifluoruro de cloro se comporta como un ácido fuerte (Topchiev *et al.*, 1959) y por tanto promueve la metanolisis de los lípidos de una manera similar al  $\text{HCl}$  o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en metanol, con las ventajas añadidas conferidas por la extrema electropolaridad del trifluoruro de boro. Mediante la catálisis ácida no sólo se transesterifican los triglicéridos y otros complejos lipídicos, sino también se esterifican los ácidos grasos libres en presencia de metanol (Ke-Shun, 1994).

Se toman 20 mg de la grasa extraída en un tubo con tapón de rosca y junta de teflón, se le añade 1 ml de patrón interno ( $1\mu\text{g}/\mu\text{l}$  de ácido nonadecanoico (C19:0), en cloroformo- N5252 de Sigma), evaporándose hasta sequedad bajo corriente de nitrógeno, en un concentrador de muestras. Se añade 1 ml de potasa (KOH) en metanol 0.5N y 1 ml de trifluoruro de boro ( $\text{BF}_3$ ) en metanol. Este reactivo reacciona para formar éter dimetílico (Topchiev *et al.*, 1959), el cual no interfiere con el análisis de los ésteres metílicos.

Se agitan los tubos y se llevan a la estufa durante una hora a  $100^{\circ}\text{C}$ . La reacción del alcali con el  $\text{BF}_3$  es fuertemente exotérmica y podría ocurrir una saponificación de los ésteres metílicos si la mezcla no se enfría. Así se dejan enfriar los tubos y se añaden 2 ml de agua salina al 10% y 2 ml de hexano, se agitan y se dejan reposar la separación de fases. Se toma una alícuota de 1 ml de la fase superior (hexano), llevándose hasta 10 ml con hexano. La solución se transfiere a un vial de 2.5 ml (Perkin Elmer N° N930-1385), y se sella herméticamente con un tapón de junta de teflón. Esta dilución así preparada está dispuesta para la inyección cromatográfica.

#### 4.2.3. CROMATOGRAFÍA DE GASES

Para la cromatografía de gases se ha utilizado un cromatógrafo de gases Perkin-Elmer (Autosystem-1:A), provisto de una columna capilar de sílice fundida de Sugelabor SGL-1000, de muy alta polaridad y que es específica para la determinación de ácidos grasos. La fase estacionaria está compuesta por polietilenglicol acidificado, con 25 m de longitud, 0.25mm de diámetro interno y con 0.25 $\mu$  de espesor.

La programación de la temperatura de la columna ha sido: 150°C manteniéndolo 10 minutos, con incrementos de temperatura de 10°C/minuto hasta llegar a 200°C, donde se mantiene otros 10 minutos, después incrementos de 5°C/minuto hasta alcanzar 210°C, manteniéndolo 10 minutos e incrementando 1.5°C/minuto hasta 220°C.

Se ha utilizado un inyector automático, con sistema de división de flujo split/splitless. Su temperatura estuvo entre 20-50°C por encima de la temperatura de la columna (270°C). Se ha trabajado en modo split, con una relación de split de 1/20. La jeringa adaptada es de 5 $\mu$ l de volumen máximo y graduación de 0.1 $\mu$ l, y el volumen de inyección es de 1 $\mu$ l.

El detector utilizado ha sido de ionización de llama, con temperatura programada para que trabaje entre 40-60°C por encima de la temperatura de la columna. La sensibilidad del detector se ha dispuesto al máximo. Se ha usado hidrógeno C-50, libre de impurezas orgánicas y a un flujo de 40 ml/minuto, y aire sintético C-45, libre de impurezas orgánicas, y a un flujo de 400 ml/minuto. Como gas portador se utiliza helio C-50 seco, a un flujo de 9 psig.

Para la integración calibración se utiliza un programa de software acoplado al cromatógrafo (Turbochrom Navigator 4.0) y a una interfase (600 Series Link).

La identificación y cuantificación de los picos cromatográficos se realiza mediante estándares de referencia (mezclas conocidas de ésteres metílicos, estándar AOSC n°6 de Sigma). Como patrón interno se ha utilizado el ácido nonadecanoico (C:19), N5252 de Sigma.

## 5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de los resultados, se ha utilizado un análisis de la varianza según el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + S_{i(1..2)} + P_{j(1..3)} + SP_{ij} + \varepsilon_{k(ij)}$$

Donde:

$\mu$  = media general

$S_i$  = efecto del sexo (machos y hembras).

$P_j$  = efecto del peso de sacrificio (10, 12 y 14 Kg).

$SP_{ij}$  = interacción del sexo por el peso de sacrificio.

$\varepsilon_{k(ij)}$  = error experimental.

Es un modelo mixto con interacción desequilibrada y de efectos fijos.

Sobre el crecimiento de los corderos, se ha realizado un análisis de covarianza según el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \beta(Pn_{ijk} - Pn...) + \mu + S_{i(1..2)} + P_{j(1..3)} + SP_{ij} + \varepsilon_{k(ij)}$$

Donde:

$\beta$  = coeficiente de regresión de la covariable

$Pn_{ijk}$  = peso al nacimiento

$Pn$  = valor medio de la covariable peso al nacimiento.

$\mu$  = media general

$S_i$  = efecto del sexo (machos y hembras).

$P_j$  = efecto del peso de sacrificio (10, 12 y 14).

$SP_{ij}$  = interacción del sexo por el peso de sacrificio.

$\varepsilon_{k(ij)}$  = error experimental

Previo al análisis estadístico de los datos y con el fin de conseguir la normalización de las medidas, se ha realizado un cambio de variable en los datos en los que no se demuestra dicha normalidad, mediante el test de Shapiro-Wilks.

Para la realización de las ecuaciones de predicción, se ha utilizado un análisis de regresión lineal, en unos casos simple y en otros múltiple.

Previamente para la selección de las mejores variables predictoras se ha realizado un análisis de correlaciones entre las diversas medidas de engrasamiento y conformación obtenidas en el matadero y las proporciones y cantidades de los tejidos de la canal.

También se han analizado las correlaciones entre cantidades y proporciones de músculo, hueso y grasa de las piezas con los tejidos que componen la canal.

El análisis de regresión lineal se realizó según el siguiente modelo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k (\dots) + \varepsilon$$

Donde:

Y= porcentaje o cantidad de músculo, grasa y hueso de la canal.

$\beta_0$ = constante.

$\beta_1.. \beta_k$ = coeficientes de regresión parciales.

$x_1..x_k$ = variables independientes que se incluyen en la regresión (parámetros de engrasamiento y conformación, tejidos de las distintas regiones)

$\varepsilon$ = error del modelo

Para la selección de las variables de las ecuaciones de predicción, se ha utilizado el procedimiento stepwise, que selecciona en un primer paso la variable independiente que genera el mejor modelo. En pasos sucesivos va añadiendo variables que reducen la suma de cuadrados del error (aumentan el  $R^2$ ), y si alguna de las variables incorporadas muestra un coeficiente con un valor elevado de probabilidad, es eliminada. Este procedimiento no ha incorporado variables al modelo que tengan una  $P > 0.15$ , ni tampoco retirado las que tenían una  $P < 0.15$ .

Además debido a las diferencias en la composición tisular observadas entre machos y hembras, se ha determinado si la interrelación entre tejidos es lo suficientemente diferente entre sexos como para usar una ecuación de predicción para cada uno, por lo que a partir de las ecuaciones obtenidas según el procedimiento stepwise, se ha incluido el sexo como covariable:

$$Y_{ij} = \mu + S_{i(1..2)} + \beta_i (X_{ij} - X_i) + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = porcentaje o cantidad de músculo, grasa y hueso de la canal.

$\mu$ = media general.

$S_i$ = efecto del sexo (machos y hembras).

$\beta_i$ = coeficiente de regresión para cada factor del efecto fijo.

$X_{ij}$ = variables independientes que se incluyen en la regresión (parámetros de engrasamiento y conformación, tejidos de las distintas regiones).

$X_i$ = media de la variable independiente que se incluye en la regresión para cada factor del efecto fijo.

$\varepsilon_{ij}$ = error del modelo.

**RESULTADOS**

## IV. RESULTADOS

### 1. CALIDAD DE LA CANAL

#### 1.1. CRECIMIENTO, PESOS, RENDIMIENTOS Y PÉRDIDAS

En la tabla 4.1 aparecen reflejadas las medias de los parámetros de crecimiento, peso vivo y pesos de la canal, de los corderos de ambos sexos para los distintos pesos de sacrificio (10, 12 y 14 Kg).

Tabla 4.1. Medias y cuadrados medios del error del peso de nacimiento, crecimiento y pesos vivo y de canal según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16		27	22		
P. nacimiento	4.12 <sup>a</sup>	4.74 <sup>b</sup>	4.91 <sup>b</sup>	**	4.71	4.44	NS	0.51
Crecimiento*	267.2 <sup>a</sup>	314.7 <sup>b</sup>	316.7 <sup>b</sup>	**	317.2	282.08	**	1833.71
PVA (Kg)	10.48 <sup>a</sup>	12.47 <sup>b</sup>	14.25 <sup>c</sup>	***	12.30	12.50	NS	0.50
PVS (Kg)	9.83 <sup>a</sup>	11.78 <sup>b</sup>	13.47 <sup>c</sup>	***	11.58	11.80	NS	0.47
PVV (Kg)	9.70 <sup>a</sup>	11.63 <sup>b</sup>	13.29 <sup>c</sup>	***	11.44	11.64	NS	0.44
PCC (Kg)	5.60 <sup>a</sup>	6.84 <sup>b</sup>	7.82 <sup>c</sup>	***	6.67	6.83	NS	0.17
PCF (Kg)	5.30 <sup>a</sup>	6.51 <sup>b</sup>	7.49 <sup>c</sup>	***	6.32	6.55	NS	0.17

Sign.= Significación; \*\*\* ( $P \leq 0.001$ ); \*\* ( $P \leq 0.01$ ); \* ( $P \leq 0.05$ ); NS: no significativo. CME= Cuadrados medios del error. <sup>a,b,c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

PV= Peso vivo (A= Ayuno, S= Sacrificio, V= Vacío). PC= Peso canal (C= caliente y F= fría)

\*: medias corregidas por el peso al nacimiento

El peso al nacimiento de los animales pertenecientes al lote de 10 Kg de peso, ha sido menor que los pertenecientes a los lotes de 12 y 14 Kg. Entre sexos las diferencias no fueron significativas, aunque las hembras han sido al nacer menos pesadas que los machos (4.44 Kg frente a 4.71 Kg).

El crecimiento de los corderos se ha estudiado considerando como covariable el peso al nacimiento de los animales. El crecimiento total de los

corderos sacrificados a los 10 Kg de peso ha sido de 267.2 g/día, que ha supuesto casi 50 g/día menos que los que se han llevado a pesos de sacrificio mayores. El sexo muestra un efecto en el crecimiento de los corderos, siendo las hembras las que alcanzan una menor ganancia media diaria con 282.1 g/día frente a 317.2 g/día de los machos.

Los pesos medios finales de los corderos de cada lote, tomados en aprisco antes del periodo de ayuno son de 10,48 Kg, 12,47 Kg y 14,25 Kg respectivamente para los tres pesos estudiados.

Las canales procedentes de animales sacrificados a los 10 Kg de peso vivo presentan un peso canal caliente (PCC) de 5.30 Kg de media, en los sacrificados a los 12 Kg, de 6.84 Kg y en los de 14 Kg de 7.82 Kg.

El peso canal fría (PCF) presenta las siguientes medias en función del peso vivo: 5.60 Kg para los 10 Kg, 6.51 Kg para los 12 Kg y 7.49 Kg para los corderos de 14 Kg de peso vivo.

Entre los dos sexos, no se observan diferencias significativas ni en los pesos de sacrificio ni en el peso vivo vacío (PVS y PVV), ni de canal tanto caliente como fría (PCC y PCF), ya que como hemos indicado, el peso final en aprisco ha sido semejante.

Los pesos medios de sacrificio han sido de 12,30 y 12,50 Kg respectivamente para machos y hembras, que se corresponden con unos pesos de canal fría de 6,32 Kg y 6,55 Kg respectivamente.

En la tabla 4.2 aparecen reflejados las medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y del peso de sacrificio sobre los rendimientos y las pérdidas.

El peso de sacrificio incide sobre los rendimientos comercial y de matadero, que son menores en los animales sacrificados a los 10 Kg (50.6% y 53.94% respectivamente), en relación a los otros dos pesos. No se observan diferencias significativas para estos rendimientos entre los animales sacrificados a los 12 Kg (52.17% y 55.25% respectivamente) y a los 14 Kg de peso (52.62% y 55.67% respectivamente). El rendimiento verdadero no se ha visto afectado por el peso vivo.

Tabla 4.2. Medias y cuadrados medios del error de los rendimientos a la canal y pérdidas por ayuno y refrigeración, según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
n° animales	17	16	16		27	22		
Rendimientos (%):								
Comercial	50.6 <sup>a</sup>	52.17 <sup>b</sup>	52.62 <sup>b</sup>	*	51.29	52.31	NS	1.96
Matadero	53.94 <sup>a</sup>	55.25 <sup>b</sup>	55.67 <sup>b</sup>	**	54.47	55.44	*	1.86
Verdadero	57.71	58.81	58.85	NS	58.22	58.72	NS	1.71
Pérdidas (%):								
Por ayuno	6.17	5.55	5.45	NS	5.82	5.63	NS	2.23
Por refrigeración	5.30 <sup>a</sup>	4.91 <sup>a</sup>	4.15 <sup>b</sup>	***	5.30	4.27	***	0.69

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error  
<sup>a,b,c</sup>.: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

En cuanto a la influencia del sexo sobre los rendimientos, sólo se han observado diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en el rendimiento matadero, siendo mayor para las hembras con un 55.44% frente a un 54.47% de los machos.

El peso de sacrificio influye en las pérdidas por refrigeración que han sido menores para los animales sacrificados a un mayor peso vivo (4,15%) respecto de los otros dos lotes (4,91 y 5,30% para los pesos medio y bajo respectivamente). El sexo también afecta a las pérdidas por refrigeración, mostrando los machos con un 5.30%, mayores pérdidas que en las hembras (4.27%).

Las pérdidas por ayuno no están afectadas por los parámetros estudiados aunque tienden a decrecer al aumentar el peso de sacrificio.

## 1.2. QUINTO CUARTO

En la tabla 4.3, se presentan los valores medios en función de los pesos estudiados y del sexo, de los componentes del quinto cuarto.

Tabla 4.3. Medias y cuadrados medios del error de los componentes del Quinto Cuarto (expresados en proporción respecto al peso vivo vacío), según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign	
n° animales	17	16	16		27	22		
<b>Despojos /PVV(%):</b>	39.9 <sup>a</sup>	39.2 <sup>ab</sup>	38.6 <sup>b</sup>	*	39.7	38.8	NS	1.78
Sangre	5.25	5.34	5.36	NS	5.53	5.10	**	0.18
Piel	11.45	11.39	11.26	NS	11.42	11.31	NS	0.52
Patas	4.03 <sup>a</sup>	3.93 <sup>ab</sup>	3.8 <sup>b</sup>	*	4.11	3.73	***	0.05
Cabeza	5.37 <sup>a</sup>	5.07 <sup>b</sup>	4.97 <sup>b</sup>	***	5.29	4.98	***	0.05
Asadura	5.73	5.61	5.57	NS	5.84	5.44	*	0.31
<b>Tracto digestivo:</b>								
Diges. Lleno	9.95	9.97	10.7	NS	9.7	10.7	*	2.23
Intestinos	3.14	3.00	3.03	NS	2.99	3.12	NS	0.18
Estomago	1.23	1.31	1.38	NS	1.26	1.35	*	0.02
Est+Int	4.47	4.28	4.37	NS	4.22	4.52	*	0.23
Contenido	3.23	3.40	4.10	NS	3.46	3.69	NS	1.79
G. omental	1.02	1.10	1.18	NS	0.91	1.30	***	0.09
G. mesentérica	0.92	0.94	0.87	NS	0.84	0.98	*	0.03
G. om+mes	1.97	2.03	2.04	NS	1.74	2.29	***	0.15

Sign.= Significación; \*\*\* ( $P \leq 0.001$ ); \*\* ( $P \leq 0.01$ ); \* ( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error  
<sup>a,b,c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )  
 PVV= Peso vivo vacío

La proporción media de los despojos respecto al peso vivo vacío (PVV) ha sido de 39.29%, presentando los animales sacrificados a los 10 Kg de peso una mayor proporción (39.9%) que los sacrificados a 14 Kg (38.6%) ( $P \leq 0.05$ ). El sexo no ha tenido influencia sobre la proporción global de los despojos.

El componente del quinto cuarto presente en mayor proporción es la piel con un 11.37%, seguido de la asadura con un 5.66%, sangre 5.34%, cabeza 5.15%, digestivo vacío (estómago + intestino) con un 4.35% y patas con un 3.94% de media.

El peso de sacrificio incide sobre algunos de los componentes del quinto cuarto, así los animales sacrificados a los 10 Kg de peso vivo, muestran una mayor proporción de patas que los sacrificados a los 14 Kg ( $P \leq 0.05$ ). La proporción de cabeza también se ve afectada, apreciándose que los animales de menor peso al sacrificio, tienen una mayor proporción que los sacrificados a mayor peso. No se observan diferencias significativas entre los componentes del digestivo para los distintos pesos de sacrificio.

En cuanto al efecto del sexo sobre los componentes del quinto cuarto, los machos presentan mayores porcentajes de sangre ( $P \leq 0.01$ ), patas ( $P \leq 0.001$ ), cabeza ( $p \leq 0.001$ ), y asadura ( $P \leq 0.05$ ), mientras que las hembras tienen una mayor proporción de digestivo vacío (estómagos + intestinos) ( $P \leq 0.05$ ). La mayor proporción de digestivo lleno que presentan las hembras, es debida principalmente a la mayor proporción de estómago ( $P \leq 0.05$ ) y también de intestino y de contenido digestivo, aunque estos últimos de forma no significativa.

El peso de sacrificio no afecta de forma significativa a la proporción de grasa omental, aunque se puede observar una tendencia hacia un aumento de la proporción de este parámetro con el peso vivo. La proporción de grasa omental, respecto al peso vivo vacío, si que ha estado afectada por el sexo ( $P \leq 0.001$ ), mostrando las hembras (1.30%) un mayor acúmulo de dicho depósito graso que los machos (0.91%).

Para el porcentaje de grasa mesentérica, se puede observar igualmente, como incide el sexo, siendo superior en las hembras (0.98%), que en los machos (0.84%) ( $P \leq 0.05$ ).

### 1.3. ENGRASAMIENTO DE LA CANAL

Los parámetros relacionados con el engrasamiento de las canales, para los corderos sacrificados a los tres pesos y de ambos sexos, vienen reflejados en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Medias y cuadrados medios del error de los distintos parámetros de engrasamiento, según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
n° animales	17	16	16		27	22		
<b>Grasa pelvicorrenal</b>								
Puntuación subj.	2.12 <sup>a</sup>	2.30 <sup>ab</sup>	2.57 <sup>b</sup>	*	2.07	2.59	***	0.18
Derecha/MCD%	2.49 <sup>a</sup>	2.79 <sup>b</sup>	2.66 <sup>b</sup>	NS	2.17	3.12	***	0.71
Total/PVV%	1.37	1.59	1.59	NS	1.22	1.81	***	0.21
<b>Grasa subcutánea</b>								
Espesor (mm)	1.87 <sup>a</sup>	2.00 <sup>a</sup>	2.47 <sup>b</sup>	**	1.66	2.57	***	0.28
<b>Engr. Visual</b>								
Escala Colomer	1.32	1.43	1.47	NS	1.24	1.57	***	0.07
Escala Europea	1.38 <sup>a</sup>	1.55 <sup>ab</sup>	1.72 <sup>b</sup>	*	1.38	1.72	***	0.07
Escala Propuesta	1.85 <sup>a</sup>	2.33 <sup>b</sup>	2.87 <sup>c</sup>	***	2.02	2.68	***	0.30

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error

<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Derecha/MCD%: proporción de la grasa pelvicorrenal derecha respecto de la media canal derecha.

Total/pvv: proporción de grasa pelvicorrenal derecha respecto del peso vivo vacío

### 1.3.1. MEDIDAS OBJETIVAS

El peso de sacrificio no influye a la proporción de grasa pelvicorrenal que presentó unos valores medios de 2,60% respecto a la media canal derecha y de 1.48% respecto al peso vivo vacío. El sexo en cambio ha afectado a este parámetro ( $P \leq 0.001$ ), presentando las hembras una mayor proporción de pelvicorrenal total así como en la media canal derecha (1,81% y 3,12%) que en los machos (1.22% y 2,17% para la total y derecha respectivamente).

El espesor de grasa subcutánea ha estado afectado por el peso de sacrificio, siendo mayor con 2.47 mm, en los corderos sacrificados a pesos más altos (14 Kg) respecto a los otros dos pesos, con 2.00 y 1.87 mm para los de 12 y 10 Kg respectivamente ( $P \leq 0.01$ ). El sexo de los corderos influye en este parámetro presentando las hembras un mayor espesor de grasa dorsal ( $P \leq 0.001$ ) que los machos (1,66 frente a 2,57mm).

### 1.3.2. MEDIDAS SUBJETIVAS

En la valoración visual del engrasamiento según el método de la CE para canales ligeras, se observa como incide el peso de sacrificio, observándose diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los sacrificados a 10 y 14 Kg de peso vivo (1.38 frente a 1.72); estando las medias de los distintos pesos estudiados entre las clases “muy escasa” y “escasa” de cobertura grasa.

Según la escala propuesta por Colomer el peso de sacrificio no afecta significativamente sobre la evaluación subjetiva del engrasamiento. En cambio según el nuevo método propuesto (Escala propuesta) se aprecia un aumento del engrasamiento con el peso de sacrificio (1.85 para los de 10Kg, 2.33 para los de 12 Kg y 2.87 para los de 14 Kg)( $P \leq 0.001$ ).

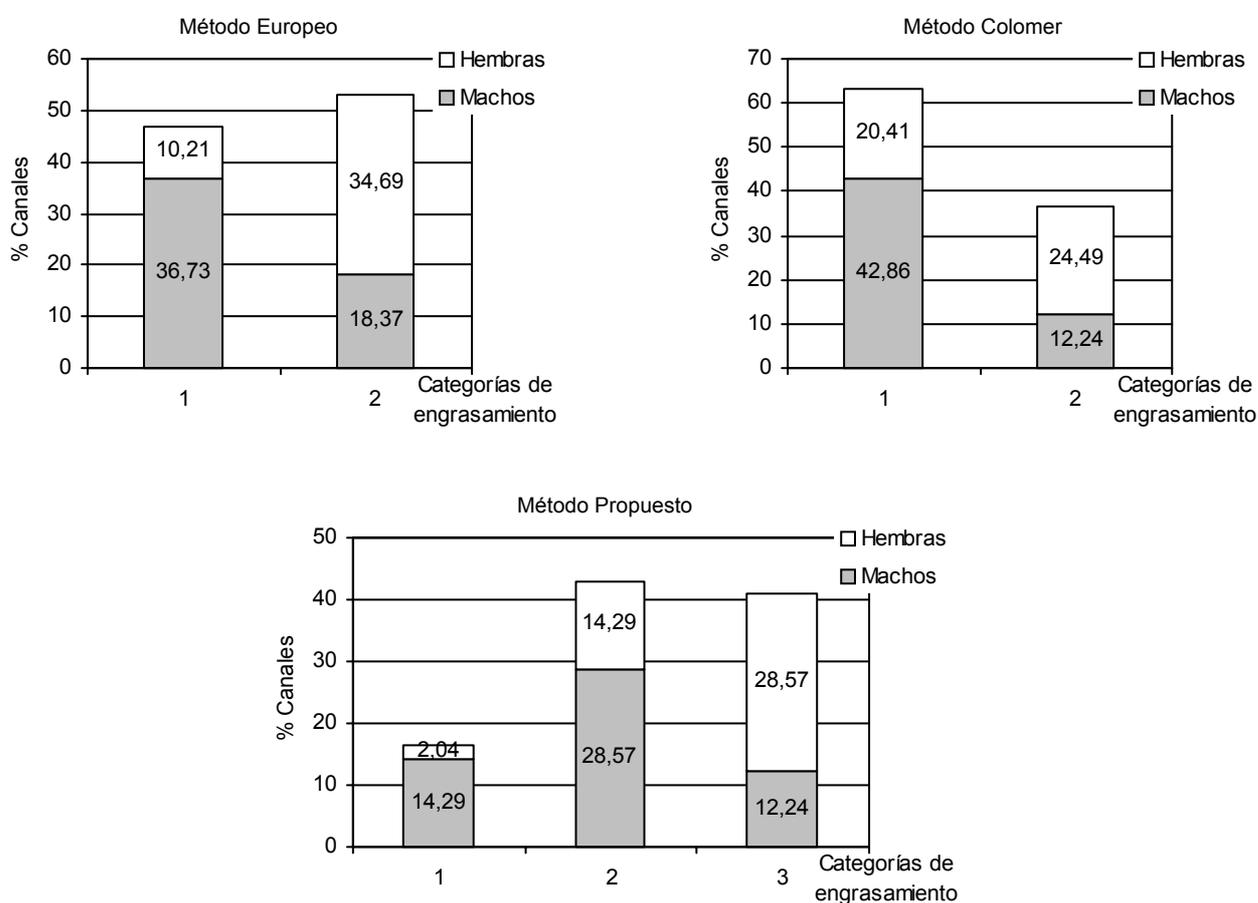
El efecto del sexo ha sido muy significativo ( $P \leq 0.001$ ) para el engrasamiento visual, presentando las hembras un mayor estado de engrasamiento que los machos, en cualquiera de las escalas utilizadas.

En las Figura 4.1 se representan los porcentajes de machos y hembras pertenecientes a cada categoría de engrasamiento, para cada una de las escalas utilizadas.

La escala nueva para el engrasamiento presenta corderos en sus tres categorías, en cambio en la escala de la CE para canales ligeras y en la de Colomer, solamente aparecen en las categorías 1 y 2. En todas las escalas se puede observar que hay una mayor proporción de hembras en las categorías superiores de engrasamiento, siendo mayor la proporción de machos en las categorías más bajas.

La apreciación subjetiva de la grasa pelvicorrenal ha sido mayor para los de 14 Kg que en los de 10 Kg ( $P \leq 0.05$ ), estando los primeros comprendidos entre las categorías “normal” y “mucho”, en cambio en los últimos, en la “normal”. El efecto del sexo para este parámetro también fue significativo ( $P \leq 0.001$ ), siendo mayor la puntuación en las hembras. Los machos presentan una cantidad de grasa “normal”, estando las hembras entre las categorías “normal” y “mucho”.

Figura 4.1. Apreciación visual del engrasamiento según el método de clasificación Europeo, de Colomer y el propuesto para canales de lechales



Agrupando a los animales conforme a su clasificación de engrasamiento para las escalas estudiadas, se ha realizado el análisis de varianza entre ellas para ver las diferencias entre clases, en cuanto a composición tisular y en cuanto a otros parámetros relacionados con el engrasamiento.

En las tablas 4.5, 4.6 y 4.7, se presentan la composición tisular de la canal y las medidas de engrasamiento, de las clases de engrasamiento según diversos sistemas de clasificación.

Tabla 4.5. PCF, composición tisular de la media canal izquierda, espesor de la grasa subcutánea y puntuación y proporción de la grasa pelvicorrenal de las clases de engrasamiento según el sistema de clasificación Europeo para Canales Ligeras.

	CLASE 1 (n=23)		CLASE 2 (n=26)		Sign
	Media <sub>(min-max)</sub>	EE	Media <sub>(min-max)</sub>	EE	
<b>PCF</b>	5.87 <sub>(4.60-7.85)</sub>	0.18	6.87 <sub>(5.02-8.13)</sub>	0.16	***
<b>Tejidos (%):</b>					
Grasa	13.87 <sub>(4.58-20.84)</sub>	0.84	19.02 <sub>(14.58-25.90)</sub>	0.61	***
G Sub.	6.23 <sub>(1.46-9.50)</sub>	0.45	9.12 <sub>(5.36-13.72)</sub>	0.41	***
G Inter.	4.88 <sub>(1.94-6.63)</sub>	0.24	6.20 <sub>(4.63-9.52)</sub>	0.21	***
Músculo	54.76 <sub>(50.62-59.96)</sub>	0.52	52.88 <sub>(48.82-57.59)</sub>	0.40	**
Hueso	24.78 <sub>(21.40-27.72)</sub>	0.38	22.57 <sub>(20.27-25.28)</sub>	0.25	***
<b>Tejidos (g):</b>					
Grasa	399.2 <sub>(113.0-700.0)</sub>	31.53	623.65 <sub>(444.0-905.0)</sub>	23.23	***
Músculo	1544.5 <sub>(1223.0-2090.0)</sub>	48.57	1740.19 <sub>(1278.0-2073.0)</sub>	44.94	**
Hueso	695.21 <sub>(556.0-863.0)</sub>	17.07	743.84 <sub>(496.0-908.0)</sub>	21.17	NS
<b>Engrasamiento:</b>					
Esp. Dorsal	1.40 <sub>(0.73-3.17)</sub>	0.13	2.66 <sub>(1.43-4.61)</sub>	0.12	***
P. Pelren.	2.03 <sub>(1-3)</sub>	0.11	2.53 <sub>(1.75-4)</sub>	0.08	***
G. PelrenT.	4.53 <sub>(1.44-8.85)</sub>	1.86	6.16 <sub>(3.52-10.82)</sub>	1.69	**

PCF: peso canal frío (Kg). Gr. Sub: grasa subcutánea. Gr. Inter.: grasa intermuscular. Esp. Dorsal: Espesor de la grasa dorsal. P. Pelren.: puntuación subjetiva de la grasa pelvicorrenal. G. Pelren.T: %grasa pelvicorrenal total respecto al PCF.

EE: Error estándar. \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\* ( $P \leq 0.01$ ); \* ( $P \leq 0.05$ ); NS: No Significativo. (min-max): mínimo-máximo

Según el sistema Europeo de clasificación, las canales se han catalogado en dos clases de engrasamiento, con composiciones porcentuales distintas de músculo ( $P \leq 0.01$ ), grasa ( $P \leq 0.001$ ) y hueso ( $P \leq 0.001$ ), siendo las canales clasificadas en la categoría superior de engrasamiento las que muestran mayor porcentaje de grasa (13.87% frente a 19.02%), y menor de músculo y hueso (54.76% y 24.78% frente a 52.88% y 22.57% respectivamente). El peso canal fría de las canales clasificadas en la clase 1 ha sido de 5.87 Kg, mientras que las de la clase, 2 es de 6.87 Kg, de ahí que las cantidades (g) de grasa, músculo y hueso (este último de manera no significativa), sean mayores en la categoría superior de engrasamiento.

Los parámetros estudiados relacionados con el engrasamiento, aumentan como es de esperar, con la clase de engrasamiento, así la media del

espesor dorsal de los corderos clasificados en la categoría 1 ha sido de 1.40 mm, mientras que los clasificados en la categoría superior ha sido de 2.66 mm ( $P \leq 0.001$ ). En la grasa pelvicorrenal, tanto la valorada subjetivamente como su proporción, también se observan diferencias, siendo ambas medidas superiores en las canales pertenecientes a la clase 2 de engrasamiento.

Tabla 4.6. PCF, composición tisular de la media canal izquierda, espesor de la grasa subcutánea y puntuación y proporción de la grasa pelvicorrenal, de las clases de engrasamiento según el sistema de clasificación de Colomer.

	CLASE 1 (n=31)		CLASE 2 (n=18)		Sign
	Media(min-max)	EE	Media(min-max)	EE	
<b>PCF (Kg)</b>	6.23 <sub>(4.69-8.13)</sub>	0.18	6.70 <sub>(5.02-7.93)</sub>	0.20	NS
<b>Tejidos (%):</b>					
Grasa	15.06 <sub>(4.58-23.16)</sub>	0.74	19.26 <sub>(12.10-25.90)</sub>	0.81	***
Gr. Sub.	6.90 <sub>(1.46-11.87)</sub>	0.43	9.26 <sub>(5.43-13.72)</sub>	0.48	***
Gr. Inter.	5.15 <sub>(1.94-6.92)</sub>	0.20	6.32 <sub>(4.63-9.52)</sub>	0.27	**
Músculo	54.14 <sub>(49.87-59.96)</sub>	0.44	53.12 <sub>(48.82-57.59)</sub>	0.54	NS
Hueso	24.32 <sub>(21.41-27.72)</sub>	0.32	22.38 <sub>(20.27-26.08)</sub>	0.33	***
<b>Tejidos(g):</b>					
Grasa	462.71 <sub>(113.0-905.0)</sub>	32.22	614.05 <sub>(350-857.0)</sub>	28.11	**
Músculo	1616.4 <sub>(1223.0-2090.0)</sub>	45.13	1703.28 <sub>(1278.0-2073.0)</sub>	57.01	NS
Hueso	722.71 <sub>(556.0-908.0)</sub>	17.00	718.11 <sub>(496.0-874.0)</sub>	25.47	NS
<b>Engrasamiento:</b>					
Esp. Dorsal	1.72 <sub>(0.73-3.42)</sub>	0.14	2.68 <sub>(1.43-4.61)</sub>	0.17	***
P. pelren.	2.22 <sub>(1-4)</sub>	0.11	2.43 <sub>(1.75-3)</sub>	0.07	NS
G. Pelren.T	4.99 <sub>(1.44-10.82)</sub>	0.36	6.09 <sub>(3.12-8.50)</sub>	0.38	NS

PCF: peso canal fría. Gr. Sub: grasa subcutánea. Gr. Inter.: grasa intermuscular. Esp. Dorsal: Espesor de la grasa dorsal. P. Pelren.: puntuación subjetiva de la grasa pelvicorrenal. G. Pelren.T: %grasa pelvicorrenal total respecto al PCF.

EE: Error estándar. \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ); NS: No Significativo. (min-max): mínimo-máximo

Cuando las canales se han clasificado según la escala propuesta por Colomer, la mayor parte de las mismas quedaron agrupadas en la clase 1 de engrasamiento. En este caso no se han observado diferencias significativas entre los pesos de canal fría, aunque la media para la clase 2 de

engrasamiento ha sido ligeramente mayor a la clase 1 (6.70 Kg frente a 6.23 Kg).

Las proporciones de grasa total ( $P \leq 0.001$ ), grasa subcutánea ( $P \leq 0.001$ ), grasa intermuscular ( $P \leq 0.01$ ) y hueso ( $P \leq 0.001$ ) han sido significativamente diferentes entre las dos categorías de engrasamiento, de manera que los animales que han sido clasificados en la clase 2, muestran un 19.26% de grasa total, un 9.26% de grasa subcutánea, un 6.32% de intermuscular y un 22.38% de hueso, frente al 15.06%, 6.90%, 5.15% y 24.32% respectivamente, de los de la clase 1. En la proporción de músculo de las canales no se apreciaron diferencias significativas entre categorías.

De los parámetros de engrasamiento estudiados, sólo se han observado diferencias significativas entre clases para el espesor de grasa dorsal (2.68 frente a 1.72) a favor de los clasificados en la clase 2.

Tabla 4.7. PCF, composición tisular de la media canal izquierda, espesor de la grasa subcutánea y puntuación y proporción de la grasa pelvicorrenal, de las clases de engrasamiento según el sistema de clasificación propuesto.

	CLASE 1 (n=8)		CLASE 2 (n=21)		CLASE 3 (n=20)		Sig.
	Media <sub>(min-max)</sub>	EE	Media <sub>(min-max)</sub>	EE	Media <sub>(min-max)</sub>	EE	
<b>PCF (Kg)</b>	5.19 <sup>a</sup> (4.8-5.5)	0.09	6.18 <sup>b</sup> (4.6-7.3)	0.17	7.12 <sup>c</sup> (5.5-8.1)	0.17	***
<b>Tejidos(%):</b>							
Grasa	10.6 <sup>a</sup> (4.58-15.96)	1.38	16.11 <sup>b</sup> (11.19-21.87)	0.64	19.5 <sup>c</sup> (14.54-25.90)	0.69	***
Gr. Subc.	4.51 <sup>a</sup> (1.46-7.79)	0.77	7.26 <sup>b</sup> (4.67-9.92)	0.34	9.60 <sup>c</sup> (5.68-13.72)	0.43	***
Gr. Inter.	4.11 <sup>a</sup> (1.94-6.53)	0.48	5.67 <sup>b</sup> (3.82-7.48)	0.22	6.07 <sup>c</sup> (4.63-9.52)	0.24	***
Músculo	59.39 <sup>a</sup> (53.69-59.96)	0.71	53.41 <sup>b</sup> (50.62-57.95)	0.44	53.08 <sup>b</sup> (48.82-57.59)	0.53	**
Hueso	26.14 <sup>a</sup> (24.24-27.72)	0.42	23.72 <sup>b</sup> (20.51-27.00)	0.36	22.48 <sup>c</sup> (20.27-25.28)	0.30	***
<b>Tejidos (g):</b>							
Grasa	265.12 <sup>a</sup> (113.0-403.0)	34.32	480.04 <sup>b</sup> (311.0-668.0)	22.64	659.75 <sup>c</sup> (486.0-905.0)	25.31	***
Músculo	1404.70 <sup>a</sup> (1320-1493)	23.05	1593.91 <sup>b</sup> (1223-1950)	48.82	1802.93 <sup>c</sup> (1307-2090)	49.43	***
Hueso	651.50 <sup>a</sup> (605.0-731.0)	14.76	706.60 <sup>ab</sup> (496.0-863.0)	21.13	763.95 <sup>b</sup> (568.0-908.0)	22.25	*
<b>Engrasam.:</b>							
Esp. Dorsal	0.96 <sup>a</sup> (0.73-1.43)	0.08	1.84 <sup>b</sup> (0.87-3.17)	0.14	2.76 <sup>c</sup> (1.93-4.61)	0.14	***
P. pelren.	1.65 <sup>a</sup> (1-2.25)	0.17	2.27 <sup>b</sup> (1.25-3)	0.08	2.59 <sup>b</sup> (1.75-4.0)	0.10	***
G. Pelren.T	3.14 <sup>a</sup> (1.44-4.97)	0.42	5.39 <sup>b</sup> (2.90-8.85)	0.36	6.30 <sup>b</sup> (3.5-10.8)	0.39	***

PCF: peso canal fría. Gr. Sub: grasa subcutánea. Gr. Inter.: grasa intermuscular. Esp. Dorsal: Espesor de la grasa dorsal. P. Pelren.: puntuación subjetiva de la grasa pelvicorrenal. G. Pelren.T: %grasa pelvicorrenal total respecto al PCF. EE: Error estándar. \*\*\* ( $P \leq 0.001$ ); \*\* ( $P \leq 0.01$ ); \* ( $P \leq 0.05$ ); NS: No Significativo. (min-max):mínimo-máximo. <sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

Con el sistema propuesto para la clasificación de canales de lechales, los corderos han quedado clasificados en tres categorías de engrasamiento que se han correspondido con tres proporciones distintas ( $P \leq 0.001$ ) de grasa total (10.6%, 16.11% y 19.5%), subcutánea (4.51%, 7.26% y 9.60%) e intermuscular (4.11%, 5.67% y 6.07%) y de hueso (26.14%, 23.72% y 22.48%). La proporción de músculo ha sido superior para los corderos clasificados en la categoría 1 de engrasamiento. Así las canales menos engrasadas han mostrado mayores cantidades de hueso y de músculo y menores de grasa.

Las canales de mayor peso han mostrado ser las más engrasadas, correspondiendo el peso más bajo a aquellas que se han clasificado en la categoría 1. Así el peso medio de la canal fría de las canales clasificadas en la clase 3 de engrasamiento ha sido de 7.12 Kg, frente a 6.18 Kg y 5.19 Kg de las clasificadas en la 2 y 1 respectivamente. Como consecuencia de esto, el peso de los tejidos en gramos aumenta conforme lo hace la clase de engrasamiento, y ha sido principalmente notable en la grasa de la canal (265.12 g, 480.04 g y 659.75 g para las clases 1, 2 y 3 respectivamente).

En cuanto a los parámetros estudiados relacionados con el engrasamiento, se produce un aumento del espesor de grasa al pasar a las clases más engrasadas, así los animales clasificados en la clase 1 muestran un espesor dorsal medio de 0.96 mm, pasando a 1.84 mm los de la clase 2, y a 2.76 mm los de la clase 3. Para la grasa pelviorrenal las diferencias también han sido importantes entre las clases de engrasamientos tanto para la apreciación subjetiva como para la proporción de la misma.

#### 1.4. CONFORMACIÓN

En la Tabla 4.8, aparecen las medias y análisis de varianza de los efectos del peso de sacrificio y del sexo sobre la conformación de la canal.

##### 1.4.1. MEDIDAS OBJETIVAS

Las medidas objetivas de conformación están claramente afectadas por el peso de sacrificio ya que este influye directamente sobre las dimensiones del animal. Todas estas medidas aumentan con el peso de sacrificio ( $P \leq 0.001$ ), aunque en el caso de G y F las diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) sólo aparecen entre los corderos sacrificados a 14 Kg con respecto a los otros dos lotes (10 y 12 Kg), pero no entre estos últimos.

A medida que aumenta el peso vivo las canales se hacen más redondeadas, ya que PCF/L aumenta (pasando de 127.8 para los sacrificados a 10 Kg, a 147.3 para los de 12 Kg y a 162.4 para los de 14 Kg), al igual que el índice de redondez del pecho (Wr/Th), que es mayor para los de 14 Kg de peso respecto a los de 10 Kg. Así mismo la pierna adquiere una forma más compacta, como se puede observar por el aumento de los índices G/F y Pierna/F, al aumentar el peso de sacrificio. El sexo no tiene influencia sobre los parámetros de conformación.

#### 1.4.2. MEDIDA SUBJETIVA

El peso de sacrificio ha incidido sobre la apreciación visual de la conformación ( $P \leq 0.01$ ), pasando de 1.61 en los corderos sacrificados a los 10 Kg, a 2.21 y 2.61 en los de 12 y 14 Kg respectivamente. El sexo no ha dado lugar a diferencias significativas en la conformación visual.

Tabla 4.8. Medias y cuadrados medios del error de las medidas (objetivas y subjetivas) de Conformación tomadas de la canal, según el Peso de sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
n° animales	17	16	16		27	22		
<b>Medidas de la canal:</b>								
G	13.37 <sup>a</sup>	13.63 <sup>a</sup>	15.48 <sup>b</sup>	**	13.77	14.55	NS	2.99
B	40.73 <sup>a</sup>	43.86 <sup>b</sup>	45.31 <sup>c</sup>	***	43.33	43.27	NS	1.01
Wr	11.37 <sup>a</sup>	12.27 <sup>b</sup>	13.25 <sup>c</sup>	***	12.18	12.41	NS	0.63
F	24.09 <sup>a</sup>	24.71 <sup>a</sup>	25.46 <sup>b</sup>	**	24.7	24.81	NS	1.04
L	41.52 <sup>a</sup>	44.71 <sup>b</sup>	46.17 <sup>c</sup>	***	43.65	44.25	NS	1.81
Th	18.81 <sup>a</sup>	19.39 <sup>b</sup>	20.41 <sup>c</sup>	***	19.33	19.75	NS	0.56
<b>Índices:</b>								
G/F	0.56 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.61 <sup>b</sup>	*	0.56	0.59	NS	0.05
Wr/Th	0.60 <sup>a</sup>	0.63 <sup>ab</sup>	0.65 <sup>b</sup>	*	0.63	0.63	NS	0.02
Pierna/F	36.9 <sup>a</sup>	43.3 <sup>b</sup>	48.7 <sup>c</sup>	***	42.9	43.06	NS	7.98
PCF/L	127.8 <sup>a</sup>	147.3 <sup>b</sup>	162.4 <sup>c</sup>	***	144.3	147.4	NS	65.2
<b>Conformación (visual)</b>	1.61 <sup>a</sup>	2.21 <sup>b</sup>	2.61 <sup>b</sup>	**	2.13	2.16	NS	0.27

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error  
<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )  
 Las medidas e índices figuran descritos en Material y Métodos.

## 1.5. COMPOSICIÓN REGIONAL

En la tabla 4.9 se indican las proporciones de las piezas de la canal respecto al peso de la media canal izquierda corregida, de los corderos lechales Manchegos de ambos sexos y sacrificados a distintos pesos vivos (10, 12 y 14 Kg):

La pierna, el costillar y la espalda han sido las piezas que han estado en mayor proporción (33,72%, 21,51% y 20,04% respectivamente) en las canales de este tipo comercial y en este rango de pesos.

Las piezas de primera categoría (pierna, badal y costillar) representan un 62.61% del total de la media canal corregida, siendo las de segunda categoría (espalda) un 20.04% y las de tercera categoría (bajos y cuello) un 17.34%.

El peso de sacrificio influye ligeramente en la proporción de piezas de la canal, así todas las piezas presentan valores similares para los tres pesos de sacrificio, excepto el costillar, cuya proporción ha sido mayor ( $P \leq 0.05$ ) en los animales sacrificados a 14 Kg de peso vivo que en los de 10 Kg (22.28% frente a 20.88% respectivamente).

Tabla 4.9. Medias y cuadrados medios del error de las distintas Piezas de la canal según el Peso de sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16		27	22	-	-
<b>Despiece (%):</b>								
Espalda	20.26	20.02	19.75	NS	20.34	19.68	**	0.48
Pierna	33.97	33.51	33.62	NS	33.96	33.43	NS	1.38
Costillar	20.88 <sup>a</sup>	21.65 <sup>ab</sup>	22.28 <sup>b</sup>	*	20.68	22.52	***	1.64
Badal	7.40	7.34	7.31	NS	7.53	7.18	*	0.308
Bajos	10.36	10.08	9.72	NS	9.97	10.14	NS	0.99
Cuello	7.11	7.38	7.29	NS	7.49	7.02	*	0.56
<b>Categorías:</b>								
1 <sup>a</sup>	62.26 <sup>a</sup>	62.50 <sup>a</sup>	63.22 <sup>b</sup>	*	62.18	63.14	***	0.86
2 <sup>a</sup>	20.26	20.02	19.57	NS	20.34	19.68	**	0.48
3 <sup>a</sup>	17.47	17.47	17.01	NS	17.47	17.17	NS	0.92

Sign.= Significación; \*\*\* ( $P \leq 0.001$ ); \*\* ( $P \leq 0.01$ ); \* ( $P \leq 0.05$ )

CME= Cuadrados medios del error

<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Agrupando las piezas por categorías observamos que los corderos de 14 Kg de peso son los que presentan una mayor proporción de piezas de primera categoría ( $P \leq 0.05$ ), no apreciándose diferencias significativas entre los otros dos grupos.

El sexo de los corderos ha tenido una gran influencia en la proporción de piezas, así los machos muestran un mayor desarrollo del tercio anterior, con proporciones superiores de espalda ( $P \leq 0.01$ ), badal ( $P \leq 0.05$ ) y cuello ( $P \leq 0.05$ ). En cambio las hembras presentan una mayor proporción de costillar ( $P \leq 0.001$ ).

Si agrupamos las piezas por categorías, los machos presentan un mayor porcentaje de piezas de segunda categoría (20.34% para los machos y 19.68% para las hembras) ( $P \leq 0.01$ ), y estas en cambio, un mayor porcentaje de piezas de primera categoría, con un 63.14% frente a un 62.18% de los machos ( $P \leq 0.001$ ). Ambos sexos muestran proporciones semejantes de piezas de tercera categoría.

#### 1.6. COMPOSICION TISULAR DE LA CANAL

En la tabla 4.10, aparecen las medias y análisis de varianza de la composición tisular, obtenidos tras la disección de la media canal izquierda, expresándose los resultados como proporción de la media canal izquierda corregida.

El tejido que se presenta en mayor proporción en las canales de los lechales utilizados en este estudio, ha sido el muscular con un 53.69%, seguido del óseo con 23.50%, estando el tejido adiposo en menor proporción con un 16.87%. En cuanto a los depósitos grasos el subcutáneo con un 7.92%, es el que presenta una mayor importancia seguido del intermuscular con un 5.6% y del renal con un 2.07%.

El peso de los corderos afecta a la composición de la canal, observándose que la proporción de hueso de la canal disminuye a medida que aumenta el peso de sacrificio ( $P \leq 0.05$ ), mientras que la de músculo y grasa total de la canal no se han visto afectadas. Los distintos depósitos grasos (grasa intermuscular, subcutánea, pélvica y renal) presentan proporciones similares para los pesos de sacrificio estudiados, no observándose diferencias significativas para el peso de sacrificio. Los cocientes M/G (músculo/grasa), M/H (músculo/hueso) y Gs/Gi (grasa subcutánea/grasa intermuscular) tampoco

están afectados por el peso de sacrificio, presentando unos valores medios de 3.55, 2.29 y 1.54 respectivamente. No obstante, en la tabla. 4.10, se puede observar una tendencia (no significativa) hacia un aumento de estos índices con el peso vivo, es decir las canales se harían más magras, con una mayor muscularidad, y con un mayor desarrollo de la grasa subcutánea respecto de la intermuscular.

Tabla 4.10. Medias y cuadrados medios del error de los distintos tejidos de la media canal izquierda según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº de animales	17	16	16		27	22		
<b>% Tejidos:</b>								
Músculo (M)	53.18	53.78	54.12	NS	54.64	52.75	**	4.08
Hueso (H)	24.20 <sup>a</sup>	23.34 <sup>ab</sup>	22.95 <sup>b</sup>	*	24.56	22.43	***	2.36
Grasa (G)	16.78	16.28	17.57	NS	14.05	19.70	***	9.86
Desechos	6.34	6.36	5.10	NS	6.54	5.32	*	3.46
G. Subcutánea (Gs)	7.91	7.41	8.45	NS	6.32	9.52	***	3.57
G. Intermuscular(Gi)	5.66	5.49	5.75	NS	5.03	6.23	***	1.12
G. Pélvica	0.61	0.61	0.61	NS	0.51	0.70	*	0.077
G. Renal	2.07	2.47	2.56	NS	1.88	2.85	***	0.53
G. Inguinal	0.33	0.36	0.28	NS	0.35	0.30	NS	0.022
M/G	4.19	3.40	3.06	NS	4.25	2.85	**	2.11
M/H	2.24	2.29	2.34	NS	2.21	2.37	**	0.024
Gs/Gi	1.32	1.38	1.50	NS	1.26	1.54	**	0.131

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error  
<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

El sexo de los corderos afecta a la composición tisular de la canal, de manera que los machos han mostrado una mayor proporción de músculo y hueso que las hembras (54.64% frente a 52.75% para músculo y 24.56% frente a 22.43% para el hueso), mientras que estas tienen mayor proporción de grasa total (19.7% frente a 14.05%)( $P \leq 0.001$ ). Así mismo en el reparto del tejido adiposo, las hembras presentan mayores proporciones para todos los depósitos grasos que los machos, observándose la mayor diferencia en la grasa subcutánea (9.52% para las hembras frente a un 6.32% para los machos).

Las canales de los corderos machos han sido más magras que las de las hembras, como puede observarse por el valor del cociente M/G, que es de 4.25 para los machos frente a 2.85 para las hembras ( $P \leq 0.01$ ). Por otra parte las hembras presentan una mayor relación M/H, ya que aunque los machos tienen un mayor porcentaje de músculo, la proporción de hueso es también superior, y un mayor cociente Gs/Gi ( $P \leq 0.01$ ) que los machos, debido al mayor desarrollo de la grasa subcutánea.

### 1.6.1. PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL

En la tabla 4.11, se muestran las medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y peso de sacrificio sobre los parámetros relacionados con la composición tisular de la canal.

Tabla 4.11. Medias y cuadrados medios del error de la longitud y proporción del hueso Metacarpiano y del peso y proporción de músculo *Longissimus dorsi* según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº de animales	17	16	16		27	22		
Peso Met/PCF	0.50 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.43 <sup>b</sup>	**	0.50	0.43	***	0.0029
Longitud Met	112.7 <sup>a</sup>	115.5 <sup>b</sup>	118.9 <sup>c</sup>	***	116.6	114.7	NS	17.6
Peso LD	121.9 <sup>a</sup>	148.9 <sup>b</sup>	178.0 <sup>c</sup>	***	143.0	156.2	*	299
%LD	4.72	4.66	4.85	NS	4.67	4.82	NS	0.27

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \* ( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error  
<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )  
 PCF: peso canal fría. %LD: *Longissimus dorsi*. Met: metacarpiano.

Como se ha comentado en el capítulo de material y métodos, se estudian la longitud y la proporción del hueso Gran Metacarpiano izquierdo debido a su correlación con el hueso de la canal, y el peso y la proporción del músculo *Longissimus dorsi* al estar correlacionado, a su vez, con la cantidad de músculo de la canal.

La longitud del Gran Metacarpiano aumenta con el peso de sacrificio de los corderos ( $P \leq 0.001$ ), mientras que su proporción respecto del PCF, es menor en los animales sacrificados a 14 Kg ( $P \leq 0.01$ ) que en los otros dos pesos de sacrificio. El sexo presenta un efecto significativo sobre la proporción del metacarpiano, con un 0.43% en las hembras y un 0.50% los machos.

El peso del músculo *Longissimus dorsi*, se ve afectado por el peso vivo del cordero, aumentando con el mismo ( $P \leq 0.001$ ). También influye el sexo, siendo en las hembras donde ha presentado un mayor peso (156.2g frente a 143 g)( $P \leq 0.05$ )

La proporción del músculo *Longissimus dorsi* con respecto a la media canal derecha, no ha estado afectada por el sexo ni por el peso de sacrificio, presentando una media de un 4.75%.

## 1.7. COMPOSICIÓN TISULAR DE LAS PIEZAS

En la tabla 4.12, se observan las medias y el análisis de varianza de las proporciones de cada tejido dentro de las piezas que componen la canal, según el peso de sacrificio y el sexo.

En cuanto a la importancia porcentual del músculo dentro de cada pieza, la pierna es la pieza que presenta una mayor proporción del mismo (60,69%) con respecto a su peso, seguido de la espalda (58,28%) y del badal (57,04%) siendo los bajos la pieza menos musculosa (37,08%).

La proporción de músculo en las distintas piezas no se ve afectado por el peso de sacrificio ni por el sexo, excepto para la espalda ( $P \leq 0.01$ ) y el cuello ( $P \leq 0.05$ ), presentando los machos una mayor proporción de tejido muscular respecto a las hembras.

La grasa es el tejido de la canal que más variabilidad presenta, así la mayor proporción la presentan los bajos y el costillar con unos porcentajes de 32,88% y 24,67% respectivamente. El contenido graso del costillar es debido principalmente a la grasa renal, mientras que en los bajos se destacan tanto la grasa subcutánea como la intermuscular.

Tabla 4.12. Medias y cuadrados medios del error de cada tejido en %, dentro de las distintas piezas que componen la canal, según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio			Sign.	Sexo		Sign.	CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg		Machos	Hembras		
nº animales	17	16	16		27	22		
<b>PIERNA:</b>								
- Músculo	60.53	60.43	61.11	NS	60.71	60.67	NS	3.49
- Hueso	23.41	22.82	22.96	NS	23.86	22.26	***	1.94
- Grasa	9.76	10.68	11.74	NS	9.35	12.11	***	6.25
G. Subcutánea	4.93 <sup>a</sup>	5.97 <sup>ab</sup>	6.97 <sup>b</sup>	**	5.13	6.79	***	2.56
G. Intermuscular	3.05	2.88	2.99	NS	2.72	3.23	**	0.49
G. Pélvica	1.77	1.81	1.79	NS	1.50	2.08	**	0.66
<b>COSTILLAR:</b>								
- Músculo	45.9	44.73	44.75	NS	45.7	44.57	NS	18.79
- Hueso	19.8 <sup>a</sup>	18.29 <sup>ab</sup>	17.46 <sup>b</sup>	*	20.01	17.02	***	6.62
- Grasa	21.97 <sup>a</sup>	25.75 <sup>ab</sup>	27.5 <sup>b</sup>	**	21.18	28.97	***	29.99
G. Subcutánea	7.97 <sup>a</sup>	9.69 <sup>ab</sup>	11.11 <sup>b</sup>	**	7.71	11.48	***	6.55
G. Intermuscular	4.92	5.36	5.99	NS	5.20	5.64	NS	2.49
G. Renal	10.11	11.88	11.85	NS	9.55	13.02	***	9.65
<b>BADAL:</b>								
- Músculo	58.02	56.56	56.8	NS	56.5	57.7	NS	13.29
- Hueso	25.86	27.28	26.8	NS	27.37	25.98	*	4.89
- Grasa (Interm.)	9.99	9.51	9.96	NS	9.02	9.95	NS	10.86
<b>ESPALDA:</b>								
- Músculo	58.42	58.66	57.54	NS	58.94	57.47	**	2.88
- Hueso	25.67	25.14	24.65	NS	25.79	24.51	**	2.13
- Grasa	10.84 <sup>a</sup>	10.69 <sup>a</sup>	13.22 <sup>b</sup>	*	9.63	13.54	***	9.82
G. Subcutánea	7.37	7.46	8.81	NS	6.66	9.10	**	9.6
G. Intermuscular	3.46	3.23	4.41	NS	2.97	4.43	**	4.19
<b>BAJOS:</b>								
- Músculo	37.3	36.4	37.3	NS	37.65	36.38	NS	12.49
- Hueso	25.07	24.34	23.58	NS	25.45	23.2	**	7.62
- Grasa	33.19	33.7	33.8	NS	30.35	35.99	***	27.65
G. Subcutánea	14.82	13.81	15.42	NS	12.62	16.75	**	22.9
G. Intermuscular	13.97	16.45	15.86	NS	14.59	16.27	NS	12.3
<b>CUELLO:</b>								
- Músculo	45.25	45.4	46.88	NS	47.12	44.57	*	16.8
- Hueso	30.4 <sup>a</sup>	27.1 <sup>b</sup>	26.7 <sup>b</sup>	*	28.89	27.32	NS	23.06
- Grasa	15.2	18.3	17.18	NS	14.9	18.9	*	31.66
G. Subcutánea	10.03	10.34	10.79	NS	9.05	11.72	NS	29.9
G. Intermuscular	5.26	8.03	6.4	NS	5.87	7.25	NS	13.7

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error  
<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

El badal y la pierna resultan ser las piezas menos grasas, con unos porcentajes de 9,43 y 10,59% respectivamente. En la espalda y el cuello se han encontrado proporciones intermedias, como figura en la tabla 4.12.

La proporción de grasa total ha estado afectada por el peso de sacrificio en el costillar ( $P \leq 0.01$ ) y la espalda ( $P \leq 0.05$ ), y en el costillar también lo ha estado la grasa subcutánea ( $P \leq 0.01$ ).

El sexo afecta a la composición tisular de todas las piezas de la canal excepto al badal, presentando siempre las hembras una mayor proporción de grasa, siendo el efecto mayor ( $P \leq 0.001$ ), para la pierna, costillar, espalda y bajos y algo menor para el cuello ( $P \leq 0.05$ ). También incide sobre los distintos componentes grasos, en especial sobre la grasa subcutánea de la pierna, costillar, espalda ( $P \leq 0.001$ ) y bajos ( $P \leq 0.01$ ), así como sobre la grasa intermuscular de la pierna y espalda ( $P \leq 0.01$ ) la pélvica de la pierna ( $P \leq 0.01$ ) y renal del costillar ( $P \leq 0.001$ ).

Las piezas que presentan una mayor proporción de hueso son el cuello y el badal con un 28,07% y un 26,66% de media respectivamente, aunque en general este tejido presenta poca variación entre las distintas piezas.

El peso de sacrificio influye ( $P \leq 0.05$ ) sobre la proporción de hueso en el cuello y en el costillar, en este último se puede apreciar, que los corderos a los 14 Kg de peso presentan menor porcentaje de hueso ( $P \leq 0.05$ ) que los de 10 Kg (17.46% frente a 19.80%). Las hembras muestran menores proporciones de hueso que los machos para la pierna ( $P \leq 0.001$ ), costillar ( $P \leq 0.001$ ), badal ( $P \leq 0.05$ ), espalda ( $P \leq 0.01$ ) y bajos ( $P \leq 0.01$ ), en el cuello las diferencias no son significativas.

## 1.8. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE TEJIDOS

En la tabla 4.13, se señalan las medias y el análisis de varianza de la distribución de los distintos tejidos en las piezas de la canal, según el peso de sacrificio y el sexo.

Tabla 4.13. Medias y Cuadrados medios del error de la composición tisular de las piezas de la canal según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº de animales	17	16	16	-	27	22	-	-
<b>MÚSCULO</b>								
Pierna	38.78	38.60	38.87	NS	38.79	38.71	NS	1.95
Costillar	17.79	17.96	18.62	NS	17.27	18.97	***	1.47
Badal	8.01	7.79	7.76	NS	7.90	7.80	NS	0.501
Bajos	7.08	6.93	6.77	NS	6.97	6.88	NS	0.72
Espalda	22.28 <sup>a</sup>	22.36 <sup>a</sup>	21.61 <sup>b</sup>	*	22.50	21.66	**	0.767
Cuello	6.02	6.33	6.35	NS	6.53	5.94	**	0.54
<b>HUESO</b>								
Pierna	33.47	33.41	34.19	NS	33.75	33.64	NS	2.35
Costillar	16.98	16.79	17.02	NS	16.71	17.15	NS	3.28
Badal	7.97 <sup>a</sup>	8.61 <sup>b</sup>	8.60 <sup>b</sup>	*	8.47	8.32	NS	0.66
Bajos	10.65	10.55	10.05	NS	10.42	10.41	NS	1.68
Espalda	21.89	21.96	21.66	NS	21.80	21.87	NS	1.106
Cuello	9.01	8.65	8.45	NS	8.82	8.59	NS	1.85
<b>GRASA</b>								
Pierna	21.75	21.59	22.32	NS	22.37	21.41	NS	9.54
Costillar	29.52 <sup>a</sup>	32.91 <sup>b</sup>	33.81 <sup>b</sup>	**	29.75	34.41	***	12.01
Badal	4.83 <sup>a</sup>	3.91 <sup>b</sup>	4.06 <sup>b</sup>	*	4.80	3.73	*	2.30
Bajos	22.47 <sup>a</sup>	20.76 <sup>ab</sup>	18.45 <sup>b</sup>	**	21.98	19.14	**	12.71
Espalda	14.25	12.69	14.57	NS	13.49	14.18	NS	9.97
Cuello	7.15	8.11	6.78	NS	7.59	7.11	NS	4.37

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error  
<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

### 1.8.1. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE MÚSCULO

La pierna espalda y costillar son las regiones donde se localiza la mayor proporción de músculo de la canal (38,75%, 22,12% y 18,03% respectivamente), debido principalmente al mayor tamaño de las mismas. La región de la espalda ha sido la única que manifiesta un efecto del peso de sacrificio sobre el porcentaje de músculo que tiene respecto del total de la canal, siendo significativamente menor ( $P \leq 0.05$ ) en los animales sacrificados a los 14 Kg.

El factor sexo afecta a la proporción de músculo del costillar respecto del total de la canal, siendo mayor ( $P \leq 0.001$ ) en las hembras (18,97 frente a

17,27%). En la espalda y el cuello ( $P \leq 0.001$ ), la proporción de músculo respecto del total es superior para los machos.

### 1.8.2. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE HUESO

Las piezas con mayor proporción de hueso respecto al total del tejido óseo, son aquellas que representan un mayor peso en la canal: pierna (33,70%), espalda (21,83%) y costillar (16,90%).

La distribución regional del hueso no se ha visto afectada significativamente por el sexo de los corderos y el factor peso de sacrificio ( $P \leq 0.05$ ), ha incidido solamente, sobre la proporción de hueso aportada por región del badal, siendo menor en los de 10Kg.

### 1.8.3. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE GRASA

La grasa de la canal esta repartida principalmente por las regiones del costillar (31,84%), bajos (20,70%) y pierna (21,94), siendo la región del badal (4,32%) la que presenta menor proporción de grasa respecto a la grasa total de la canal.

El peso vivo del animal incide ( $P \leq 0.01$ ) en las regiones del costillar y los bajos y también en el badal ( $P \leq 0.05$ ) sobre las proporciones de grasa respecto de la total de la canal. Así al aumentar el peso de los animales, aumenta su proporción en el costillar, aunque las diferencias sólo son significativas entre los animales de 10 Kg de peso frente a los otros dos pesos de sacrificio (12 y 14 Kg). En cambio en los bajos y badal la mayor proporción la presentan los animales sacrificados a los 10 Kg de peso respecto a los de 14 Kg.

El efecto del sexo sobre el reparto del tejido graso en las piezas ha sido notable, observándose que las hembras presentan mayor proporción de grasa total en la región del costillar que los machos ( $P \leq 0.001$ ), mientras que estos tienen mayor proporción de grasa que las hembras distribuida en el badal ( $P \leq 0.05$ ) y los bajos ( $P \leq 0.01$ ).

#### 1.8.4. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LOS DEPÓSITOS GRASOS

En la tabla 4.14, se indican las medias y el análisis de varianza de la distribución, en las distintas piezas de la canal, de los depósitos grasos, según el peso de sacrificio y el sexo de cada cordero.

Tabla 4.14. Medias y cuadrados medios del error de la distribución en las piezas, de los diferentes depósitos grasos, según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio			Sign.	Sexo		Sign.	CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg		Machos	Hembras		
nº de animales	17	16	16		27	22		
<b>G. SUBCUTÁNEA</b>								
Pierna	10.75 <sup>a</sup>	11.89 <sup>ab</sup>	13.21 <sup>b</sup>	*	11.91	11.99	NS	5.17
Costillar	9.84 <sup>a</sup>	11.72 <sup>b</sup>	12.99 <sup>b</sup>	***	9.93	13.10	***	4.75
Bajos	10.22 <sup>a</sup>	8.26 <sup>b</sup>	8.19 <sup>b</sup>	*	8.84	8.94	NS	6.57
Espalda	9.78	8.70	9.53	NS	9.21	9.47	NS	10.92
Cuello	4.61	4.43	4.18	NS	4.57	4.25	NS	4.32
<b>G. INTERMUSC.</b>								
Pierna	7.10 <sup>a</sup>	6.08 <sup>ab</sup>	5.71 <sup>b</sup>	*	6.83	5.76	*	2.46
Costillar	6.48	6.60	7.01	NS	6.92	6.47	NS	2.44
Badal	4.83	3.91	4.06	NS	4.80	3.73	*	2.30
Bajos	9.79	10.21	8.66	NS	10.51	8.59	*	6.75
Espalda	4.46	3.98	5.03	NS	4.28	4.71	NS	5.66
Cuello	2.54	3.67	2.60	NS	3.02	2.85	NS	2.76
<b>G. PÉLVICA</b>								
Pierna	3.89	3.61	3.39	NS	3.62	3.65	NS	1.49
<b>G. RENAL</b>								
Costillar	13.19	14.59	13.80	NS	12.89	14.83	*	6.83

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error  
<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Los valores medios del depósito subcutáneo, respecto de la grasa total de la canal, oscilan entre unos máximos de 11.95% y 11.51% para la pierna y el costillar respectivamente y un mínimo de 4.41% para el cuello.

El efecto del sexo sobre el depósito subcutáneo se manifiesta de manera que las hembras en la región del costillar acumulan más grasa subcutánea, respecto a la total de la canal, que los machos (13.10% frente a 9.93%) ( $P \leq 0.001$ ).

El peso vivo influye sobre la proporción de grasa subcutánea, respecto a la total de la canal, en las regiones de la pierna ( $P \leq 0.05$ ) y el costillar ( $P \leq 0.001$ ), existiendo diferencias entre los corderos de 10 Kg y los de 14 Kg, siendo en estos últimos mayores las proporciones. También la proporción de grasa subcutánea de los bajos, respecto a la de la canal, está afectada por el peso de sacrificio ( $P \leq 0.05$ ), pero en este caso la mayor proporción corresponde a los de 10 Kg frente a los de 12 y 14 Kg.

La mayor proporción de grasa intermuscular respecto al mismo depósito de la canal, está localizada en los bajos (9,65%) y en el costillar (6,72%). En la región de la pierna el peso vivo afecta al depósito intermuscular, disminuyendo la proporción de grasa distribuida en este, al aumentar el peso de sacrificio, aunque las diferencias sólo han sido significativas para los de 10 Kg respecto a los de 14 Kg ( $P \leq 0.05$ ).

Los machos presentan, en general, una mayor cantidad de grasa distribuida en el depósito intermuscular, respecto a la total, que las hembras, y particularmente en las regiones de la pierna ( $P \leq 0.05$ ), badal ( $P \leq 0.05$ ) y bajos ( $P \leq 0.05$ ).

La grasa pélvica únicamente aparece en la pierna y sólo representa un 3.62% de la grasa total de la canal, no observándose efectos del sexo ni del peso de sacrificio sobre distribución de la misma.

El depósito renal constituye el 13.76% del total de la grasa, siendo el depósito graso más importante en la región del costillar. Las hembras presentan mayor cantidad de grasa distribuida en este depósito que los machos ( $P \leq 0.05$ ).

#### *1.8.5. RELACIONES M/H, M/G Y G<sub>s</sub>/G<sub>i</sub> DE LAS DISTINTAS PIEZAS DE LA CANAL*

En la tabla 4.15 se indican las medias y análisis de varianza para las relaciones del músculo con el hueso y con la grasa total así como de la grasa subcutánea con la intermuscular, según el peso de sacrificio y el sexo.

Las piezas con una relación músculo/grasa más alta son el badal (7.20), pierna (6.66) y espalda (6.61), mientras que los bajos (1.18) y el costillar (2.13) son las que presentan una relación menor. El peso de sacrificio influye sobre la

relación músculo/grasa, observándose una tendencia a una disminución (no significativa) de dicho cociente con el aumento de peso, aunque las diferencias sólo son significativas en el costillar, donde los corderos de 10 Kg presentan la relación más alta (2.65)( $P \leq 0.05$ ), y en la pierna muestran una menor relación respecto a los de 14 Kg ( $P \leq 0.05$ ).

Tabla 4.15. Medias y cuadrados medios del error de las relaciones músculo/hueso, músculo/grasa total así como grasa subcutánea/intermuscular, según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº de animales	17	16	16		27	22		
<b>Músculo/grasa</b>								
Pierna	7.60 <sup>a</sup>	6.14 <sup>ab</sup>	5.23 <sup>b</sup>	*	7.48	5.23	**	7.03
Espalda	8.03	6.60	4.63	NS	8.37	4.46	*	38.67
Costillar	2.65 <sup>a</sup>	1.91 <sup>b</sup>	1.71 <sup>b</sup>	*	2.59	1.58	**	1.05
Badal	7.67	7.59	6.25	NS	7.57	6.78	NS	11.29
Bajos	1.26	1.12	1.13	NS	1.30	1.04	***	0.08
Cuello	4.10	2.81	3.33	NS	4.22	2.61	*	8.16
<b>Músculo/Hueso</b>								
Pierna	2.60	2.65	2.66	NS	2.55	2.73	***	0.03
Espalda	2.28	2.34	2.34	NS	2.29	2.35	NS	0.02
Costillar	2.38	2.49	2.59	NS	2.32	2.65	**	0.11
Badal	2.25	2.08	2.15	NS	2.08	2.24	NS	0.08
Bajos	1.49	1.52	1.59	NS	1.49	1.58	NS	0.04
Cuello	1.55	1.67	1.77	NS	1.65	1.69	NS	0.08
<b>Gr.Sub/Gr.Inter</b>								
Pierna	1.62 <sup>a</sup>	2.07 <sup>ab</sup>	2.41 <sup>b</sup>	**	1.88	2.18	NS	0.42
Espalda	3.56	2.93	2.50	NS	2.89	3.10	NS	6.65
Costillar	1.59	1.84	2.01	NS	1.49	2.13	***	0.32
Bajos	1.10	0.88	1.13	NS	0.91	1.17	NS	0.42
Cuello	3.35	1.68	1.94	NS	2.40	2.25	NS	5.41

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error  
<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

El efecto del sexo sobre el cociente M/G, es más evidente; los machos cuentan con un valor más alto del mismo en la pierna (7.48 frente a 5.23) ( $P \leq 0.01$ ), espalda (8.37 frente a 4.46) ( $P \leq 0.05$ ), costillar (2.59 frente a 1.58) ( $P \leq 0.01$ ), bajos (1.13 frente a 1.04) ( $P \leq 0.001$ ) y cuello (4.22 frente a 2.61) ( $P \leq 0.05$ ).

La relación músculo/hueso oscila entre un máximo de 2,63% para la pierna y un mínimo de 1,53% para los bajos, no estando afectada por el peso de sacrificio aunque sí por el sexo. Las hembras presentan una mayor relación en las regiones de la pierna ( $P \leq 0.001$ ) y del costillar ( $P \leq 0.01$ ).

La relación grasa subcutánea/grasa intermuscular cuenta con valores máximos para la espalda y mínimos para los bajos, encontrándose afectada en la pierna por el peso de sacrificio ( $P \leq 0.01$ ) y en el costillar ( $P \leq 0.001$ ) por el sexo. Así dicha relación aumenta conforme lo hace el peso, y es mayor en las hembras.

## 2. CALIDAD DE LA CARNE

En la tabla 4.16, aparecen reflejados las medias y análisis de varianza del pH y color de los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*, así como la capacidad de retención de agua y el contenido en colágeno del músculo *Longissimus dorsi*.

Tabla 4.16. Medias y cuadrados medios del error de los valores del pH, Color del *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*, Capacidad de retención de agua (CRA) y Contenido en colágeno total y soluble del músculo *Longissimus dorsi* según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio			Sign.	Sexo		Sign.	CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg		Machos	Hembras		
nº de animales	17	16	16		27	22		
<b>pH (<i>Longissimus</i>)</b>								
0 h	6.26 <sup>a</sup>	6.16 <sup>a</sup>	6.54 <sup>b</sup>	**	6.25	6.39	NS	0.08
45 min	5.87 <sup>a</sup>	6.04 <sup>a</sup>	6.43 <sup>b</sup>	***	6.06	6.16	NS	0.07
24 h	5.50 <sup>a</sup>	5.54 <sup>a</sup>	5.67 <sup>b</sup>	*	5.57	5.58	NS	0.02
Var pH 0-45 min	0.39 <sup>a</sup>	0.12 <sup>b</sup>	0.11 <sup>b</sup>	**	0.19	0.23	NS	0.06
Var pH 45 min-24 h	0.36 <sup>a</sup>	0.49 <sup>a</sup>	0.75 <sup>b</sup>	**	0.49	0.58	NS	0.09
Var pH 0-24 h	0.75 <sup>ab</sup>	0.60 <sup>b</sup>	0.88 <sup>a</sup>	*	0.68	0.88	NS	0.09
<b>pH (<i>Semitendinosus</i>)</b>								
0 h	6.20 <sup>a</sup>	6.21 <sup>a</sup>	6.40 <sup>b</sup>	**	6.24	6.30	NS	0.038
45 min	6.02	5.97	6.18	NS	6.01	6.10	NS	0.07
24 h	5.77	5.66	5.75	NS	5.70	5.76	NS	0.03
Var pH 0-45 min	0.18	0.24	0.22	NS	0.23	0.19	NS	0.03
Var pH 45 min-24 h	0.25	0.30	0.43	NS	0.30	0.34	NS	0.06
Var pH 0-24 h	0.43 <sup>a</sup>	0.54 <sup>ab</sup>	0.65 <sup>b</sup>	*	0.54	0.54	NS	0.04
CRA	18.54	19.37	19.81	NS	18.54	19.94	*	6.75
Col. Total (mg/g MS)	24.46	29.82	24.37	NS	25.66	26.77	NS	47.13
Colágeno Soluble (%)	28.89	35.62	30.19	NS	31.03	32.58	NS	47.64

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error. <sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

## 2.1. pH

El pH tomado a las 0 horas y a los 45 minutos, presenta valores medios similares en los dos músculos estudiados: 6.31 y 6.11 respectivamente para el músculo *Longissimus dorsi* y 6,27 y 6,05 para el músculo *Semitendinosus*. Las diferencias aumentan a las 24h con valores para de 5,57 y 5,73 respectivamente para los dos músculos citados. Ello da lugar a una mayor caída del pH para el músculo *Longissimus dorsi* tanto entre los 45 m y 24 h (0,53 frente a 0,32) como entre las 0 y 24 h (0,78 frente a 0,54).

En cuanto a la influencia del peso sobre los valores de pH tomados en el *Longissimus dorsi* en los distintos tiempos, se observan valores superiores en los corderos sacrificados a 14 Kg que en los de 10 y 12 Kg, presentando las mayores diferencias a los 45 minutos. La caída del pH en los primeros 45 minutos es mayor en los corderos de menor peso (10 Kg), mientras que la mayor variación de pH entre 45 minutos y 24 horas corresponde a los sacrificados a 14 Kg, por lo que la bajada de pH en las primeras 24 horas es superior en los animales con 14 Kg de peso vivo que en los de 12 Kg.

En el músculo *Semitendinosus*, el peso de sacrificio presenta un efecto significativo para el pH inicial ( $P \leq 0.01$ ) con un valor de 6.40 para los sacrificados al peso más alto frente a 6.20 y 6.21 para los de 10 y 12 Kg de peso. La mayor caída de pH entre las 0 y las 24 horas corresponde a los de 14 Kg ( $P \leq 0.05$ ).

El sexo no tiene influencia significativa sobre los valores de pH en los músculos estudiados, sin embargo las hembras presentan valores medios más altos que los machos para todos los tiempos estudiados (0m, 45m y 24 horas) en ambos músculos.

## 2.2. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

La capacidad de retención de agua expresada como proporción de jugo expelido (tabla 4.16), esta afectada por el sexo, observándose que las hembras presentan una mayor proporción (19.94%) y por la tanto una menor CRA ( $P \leq 0.05$ ) que los machos (18.54%). El peso de sacrificio no afecta a este parámetro.

## 2.3. COLÁGENO

Como puede observarse en la tabla 4.16 la cantidad de colágeno y la solubilidad del mismo no están afectados por el sexo ni por el peso del cordero, presentando unos valores medios de 26,16 mg por gramo de materia seca, de colágeno total con una solubilidad media del 31,76%.

## 2.4. COLOR

En la tabla 4.17, vienen reflejados los parámetros relativos al color de los músculos *Longissimus dorsi* y *Rectus abdominis* para los dos sexos y los tres pesos de sacrificio.

Tabla 4.17. Medias y cuadrados medios del error de los parámetros de color para los músculos *Longissimus dorsi* y *Rectus abdominis*, según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros Estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign	Machos	Hembras	Sign.	
nº animals	17	16	16		27	22		
<b>Color (<i>Longissimus</i>)</b>								
L*	47.74 <sup>a</sup>	46.48 <sup>ab</sup>	44.95 <sup>b</sup>	*	46.65	46.17	NS	8.68
a*	12.66	13.57	14.02	NS	13.42	13.37	NS	4.12
b*	6.24	6.49	5.96	NS	6.20	6.25	NS	0.69
Croma	14.16	15.15	15.24	NS	14.83	14.84	NS	3.10
Tono (Hue)	26.49	26.38	23.16	NS	25.05	25.61	NS	30.15
<b>Color (<i>Rectus ab.</i>)</b>								
L*	54.83 <sup>a</sup>	52.94 <sup>b</sup>	52.37 <sup>b</sup>	**	53.57	53.30	NS	5.06
a*	11.45 <sup>a</sup>	12.76 <sup>b</sup>	12.80 <sup>b</sup>	*	12.27	12.41	NS	1.91
b*	7.91 <sup>ab</sup>	8.26 <sup>a</sup>	6.81 <sup>b</sup>	*	8.04	7.29	NS	2.61
Croma	14.01	15.25	14.55	NS	14.73	14.47	NS	2.68
Tono (Hue)	34.38 <sup>a</sup>	32.75 <sup>a</sup>	28.01 <sup>b</sup>	**	33.21	30.22	*	28.56

Sign.= Significación; \*\* (P≤0.01); \* (P≤0.05); NS: No significativo. CME= Cuadrados medios del error

<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes (P≤0.05)

L\*: luminosidad. a\*: índice de rojo. B\*: índice de amarillo. Croma: Cromaticidad =  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ . Tono (Hue) =  $\arctg b^*/a^* \times 57.49$ .

Los valores medios de los parámetros que definen el color para el músculo *Longissimus dorsi* han sido para L\* de 46,42, para a\* de 13,40 y para

b\* de 6,26. El color de este músculo únicamente está afectado por el peso de sacrificio, presentando los corderos de 10 Kg una mayor luminosidad (L\*) que los de 14 Kg (47.74 frente a 44.95) ( $P \leq 0.05$ ).

Sobre el color del músculo *Rectus abdominis* incide el peso de los corderos, presentando los animales sacrificados a los 10 Kg una mayor luminosidad (L\*) (54.83 frente a 52.94 y 52.37 de los otros dos lotes), además de un menor índice de rojo (a\*) (11.45 frente a 12.76 y 12.80 de los otros dos lotes). El índice de amarillo (b\*) es menor en los corderos de 14 Kg de peso vivo que en los de 12 Kg ( $P \leq 0.05$ ), mientras que el Tono es mayor para los de 10 y 12 Kg.

El sexo también afecta al color en el músculo *Rectus abdominis* ( $P \leq 0.05$ ), para el Tono siendo superior en los machos (33.21) que en las hembras (30.22).

### 3. CALIDAD DE LA GRASA

#### 3.1. COLOR

Los efectos del sexo y del peso de sacrificio de los corderos, sobre los parámetros relacionados con el color de la grasa, aparecen reflejados en la tabla 4.18.

Tabla 4.18. Medias y cuadrados medios del error de los parámetros de color para la grasa del maslo de la cola, según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16		27	22		
<b>Color grasa:</b>								
L*	70.46	70.64	70.20	NS	71.44	69.43	**	4.26
a*	6.62	6.47	6.20	NS	6.24	6.62	NS	1.80
b*	11.92	12.37	11.23	NS	12.08	11.60	NS	2.97
Croma	13.72	14.00	12.85	NS	13.64	13.41	NS	3.32

Sign.= Significación; \*\* ( $P \leq 0.01$ ); NS: No significativo. CME= Cuadrados medios del error.

L\*: luminosidad. a\*: índice de rojo. B\*: índice de amarillo. Croma: Cromaticidad  $= (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ .

Tono (Hue)=  $\arctg b^*/a^* \times 57.49$ .

El color de la grasa se ha valorado mediante la luminosidad (L\*), el índice de rojo (a\*) y el índice de amarillo (b\*), así como mediante el índice de saturación de la grasa o cromaticidad, calculado como:  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ .

EL parámetro luminosidad (L\*) ha estado influenciado por el sexo del cordero, presentando un valor de 71.44 los machos y un 69.43 las hembras ( $P \leq 0.01$ ), no estando afectado por el peso de sacrificio.

En el resto de índices estudiados no se observan efectos significativos ni del peso de sacrificio ni del sexo, presentando unos valores medios de 6.43 para el a\*, 11.84 para el b\* y 13.52 para el índice de saturación.

### 3.2. COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS

#### 3.2.1. GRASA DE LA PIERNA

##### 3.2.1.1. Grasa Subcutánea

Las medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y del peso de sacrificio de los corderos sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa subcutánea de la pierna, aparecen descritos en la tabla 4.19.

El porcentaje de grasa química, obtenida mediante la extracción de la grasa subcutánea de la pierna, es de un 56.46% de media, no estando afectada por el peso ni por el sexo del cordero.

Tabla 4.19. Medias y cuadrados medios del error de la composición en ácidos grasos totales de la grasa subcutánea de la pierna, según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16		27	22		
<b>%Grasa química</b>	57.3	55.05	57.01	NS	56.34	56.6	NS	47.52
<b>%Ácidos grasos</b>								
C12:0	3.07	2.78	2.91	NS	3.18	2.66	*	0.769
C14:0	14.39	13.79	14.43	NS	14.29	14.12	NS	2.61
C14:1	0.73	0.74	0.80	NS	0.71	0.80	*	0.018
C15:0	1.62	1.53	1.65	NS	1.68	1.53	*	0.048
C15:1	0.41	0.40	0.50	NS	0.56	0.31	*	0.153
C16:0	35.98	35.84	35.9	NS	36.16	35.65	NS	3.40
C16:1	3.76	3.73	3.95	NS	3.65	3.98	*	0.22
C17:0	1.92	1.93	1.95	NS	1.98	1.89	NS	0.05
C17:1	0.24	0.26	0.27	NS	0.20	0.31	**	0.016
C18:0	10.59 <sup>ab</sup>	11.12 <sup>a</sup>	9.71 <sup>b</sup>	*	10.52	10.43	NS	2.76
C18:1	21.49	22.01	21.52	NS	20.89	22.45	*	6.77
C18:2	2.11	2.00	2.12	NS	2.12	2.03	NS	0.08
C18:3	1.89	2.01	2.04	NS	1.99	1.97	NS	0.099
C20:0	1.71	1.79	1.61	NS	1.61	1.79	NS	0.32

Sign.= Significación; \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error.

<sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Los ácidos grasos mayoritarios han sido el ácido palmítico (C16:0) que ha alcanzado un valor medio de un 35.92%, el ácido oleico (C18:1) con un 21.62%, seguidos por el ácido mirístico (C14:0) con un 14.21% y por el ácido esteárico (C18:0) con un 10.47%. El resto de ácidos grasos no superan,

individualmente, el 2.92% de media, en relación al total de ácidos grasos analizados.

El peso de sacrificio influye ( $P \leq 0.05$ ) sobre la proporción de ácido esteárico (C18:0) siendo mayor para los corderos sacrificados a los 12 Kg, que alcanzan valores medios del 11.12%, en relación a los de 14 Kg con valores del 9.71%. Para el resto de ácidos grasos, este parámetro no presenta efectos significativos.

El sexo incide significativamente sobre la proporción de ácidos grasos, de manera que los machos presentan mayores proporciones de ácido laúrico (C12:0) ( $P \leq 0.05$ ), ácido pentadecanoico (C15:0) ( $P \leq 0.05$ ) y pentadecenoico (C15:1) ( $P \leq 0.05$ ), mientras que las hembras presentan una mayor proporción de ácido miristoleico (C14:1) ( $P \leq 0.05$ ), de ácido palmitoleico (C16:1) ( $P \leq 0.05$ ), ácido heptadecenoico (C17:1) ( $P \leq 0.01$ ) y de ácido oleico (C18:1) ( $P \leq 0.05$ ).

#### Relaciones entre los ácidos grasos

Las medias y análisis de varianza de los efectos del peso y del sexo sobre las relaciones entre los distintos ácidos grasos que entran a formar parte de la grasa subcutánea de la pierna, vienen especificados en la tabla 4.20.

Tabla 4.20. Medias y cuadrados medios del error de las relaciones entre los distintos ácidos grasos de la grasa subcutánea de la pierna, según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16		26	23		
<b>Relaciones:</b>								
Impar	4.21	4.13	4.38	NS	4.44	4.05	*	0.27
SFA	69.31	68.80	68.14	NS	69.45	68.05	NS	10.36
UFA	26.65	27.16	27.13	NS	26.04	27.92	*	8.06
PUFA	4.01	4.01	4.14	NS	4.11	3.99	NS	0.34
TUFA	30.66	31.17	31.27	NS	30.16	31.92	*	8.24
PUFA/SFA	0.058	0.058	0.06	NS	0.059	0.058	NS	0.00007
UFA/SFA	0.38	0.39	0.39	NS	0.37	0.41	*	0.003
TUFA/SFA	0.44	0.45	0.46	NS	0.43	0.47	NS	0.0038
n6/n3	1.12 <sup>a</sup>	1.00 <sup>b</sup>	1.03 <sup>b</sup>	*	1.07	1.03	NS	0.013
DFA	41.24	42.30	41.08	NS	40.68	42.40	NS	13.52

Sign.= Significación; \* ( $P \leq 0.05$ ). CME= Cuadrados medios del error.

<sup>a, b, c</sup>. Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

Los ácidos grasos saturados (SFA) de la grasa subcutánea representan valores medios de un 68.75%, mientras que el total de ácidos grasos insaturados (TUFA) es de un 31.04%, considerando estos últimos como la suma de los monoinsaturados (UFA) y de los poliinsaturados (PUFA).

Los UFA (C14:1 + C15:1 + C16:1+ C17:1 + C18:1) representan un 26.88% y los PUFA (C18:2 + C18:3) un 4.05% de media. Los ácidos grasos deseables (DFA), desde el punto de vista de la salud humana (TUFA + C18:0), alcanzan un valor medio del 41.45% sobre el total de ácidos grasos.

El peso de sacrificio no presenta efectos significativos sobre las relaciones de ácidos grasos, mostrando valores similares los animales sacrificados a los tres pesos, excepto para la relación n6/n3, apreciándose una relación más alta en los corderos sacrificados a los 10 Kg ( $P \leq 0.05$ ).

El sexo de los corderos incide sobre el contenido en ácidos grasos de cadena impar (C15:0 + C15:1 + C17:0 + C17:1), presentando un 4.44% los machos frente a un 4.05% las hembras ( $P \leq 0.05$ ).

También afecta a la proporción de monoinsaturados (UFA) (27.92% en hembras frente a 26.04% en machos) y de insaturados totales (31.92% frente a 30.16% respectivamente) ( $P \leq 0.05$ ). Como consecuencia de ello, las hembras presentan una mayor relación monoinsaturados/saturados (UFA/SFA) que los machos ( $P \leq 0.05$ ).

### 3.2.1.2. Grasa Intermuscular

En la Tabla 4.21, se muestran las medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y del peso de sacrificio de los corderos sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa intermuscular de la pierna.

La proporción media de grasa química obtenida del depósito graso intermuscular de la pierna es de 49.30%, no observándose diferencias significativas en cuanto al sexo y al peso de los corderos.

Los ácidos grasos mayoritarios que se han encontrado en la grasa intermuscular del costillar son los mismos y por igual orden que en la grasa subcutánea, representando además un porcentaje muy similar a aquella; así el ácido palmítico (C16:0) presenta un 36.33%, el ácido oleico (C18:1) un 22.15%, el ácido mirístico (C14:0) un 13.70% y el ácido esteárico (C18:0) un 12.14%.

Tabla 4.21. Medias y cuadrados medios del error de la composición en ácidos grasos totales de la grasa intermuscular de la pierna según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
n° animales	17	16	16	-	27	22	-	
<b>%Grasa química</b>	49.70	48.93	49.25	NS	49.44	49.15		72.105
<b>%Ácidos grasos:</b>								
C12:0	2.99	2.66	2.79	NS	3.06	2.56	*	0.60
C14:0	13.91	13.3	13.58	NS	13.9	13.47	NS	3.04
C14:1	0.52	0.51	0.53	NS	0.50	0.54	NS	0.11
C15:0	1.48	1.45	1.53	NS	1.56	1.14	*	0.048
C15:1	0.35	0.40	0.26	NS	0.28	0.38	NS	0.15
C16:0	35.06	35.14	35.41	NS	37.47	34.94	NS	3.91
C16:1	3.53	3.69	3.86	NS	3.52	3.87	**	0.16
C17:0	1.84	1.88	1.86	NS	1.92	1.81	NS	0.061
C17:1	0.23	0.22	0.22	NS	0.16	0.29	*	0.024
C18:0	12.26	12.44	11.66	NS	12.37	11.86	NS	2.18
C18:1	22.1	22.52	22.08	NS	21.45	23.03	NS	9.12
C18:2	2.09	2.15	2.11	NS	2.10	2.13	NS	0.08
C18:3	1.82	2.02	1.92	NS	1.95	1.89	NS	0.09
C20:0	1.77	1.54	1.89	NS	1.69	1.74	NS	0.27

Sign.= Significación; \*\* ( $P \leq 0.01$ ); \* ( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo. CME= Cuadrados medios del error

Las proporciones de ácidos grasos no se han visto afectadas por el peso de sacrificio, aunque sí por el sexo de los animales. El ácido laúrico (C12:0) se encuentra en mayor proporción en los machos (3.06%) que en las hembras (2.56%) ( $P \leq 0.05$ ), presentando el mismo comportamiento el ácido pentadecanoico (C15:0) (1.56 frente a 1.14) ( $P \leq 0.05$ ). Las hembras, en cambio, cuentan con una mayor proporción de ácido palmitoleico (C16:1) (3.87% frente a 3.52%) ( $P \leq 0.01$ ) y de ácido heptadecenoico (C 17:1) (0.29% frente a 0.16%) ( $P \leq 0.05$ ).

#### Relaciones entre los ácidos grasos

En la tabla 4.22, se muestran las medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y del peso de sacrificio de los corderos sobre las relaciones entre los distintos ácidos grasos que forman parte de la grasa de la pierna.

Los ácidos grasos de cadena impar (C15:0 + C15:1 + C17:0 + C17:1) presentan un 3.92% de media, no observándose efectos significativos ni del sexo ni del peso.

Los ácidos grasos saturados (SFA) representan, en la grasa subcutánea, el 68.98% del total de ácidos grasos, mientras que los ácidos grasos insaturados (TUFA) el 31.01%. Por otro lado, los UFA (C14:1 + C15:1 + C16:1 + C17:1 + C18:1) representan un 26.91% y los PUFA (C18:2 + C18:3) un 4.04% de media.

Tabla 4.22. Medias y cuadrados medios del error de las relaciones entre los distintos ácidos grasos de la grasa intermuscular de la pierna, según el Peso de Sacrificio y el Sexo

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16		27	22		
<b>Relaciones:</b>								
Impar	3.91	3.97	3.88	NS	3.93	3.91	NS	0.26
SFA	69.32	68.44	68.97	NS	70.00	67.83	*	8.55
UFA	26.75	27.37	26.98	NS	25.93	28.13	*	8.32
PUFA	3.91	4.18	4.03	NS	4.05	4.03	NS	0.307
TUFA	30.67	31.55	31.02	NS	29.99	32.17	*	8.56
PUFA/SFA	0.056	0.061	0.058	NS	0.058	0.059	NS	0.00007
UFA/SFA	0.38	0.40	0.39	NS	0.37	0.41	*	0.0035
TUFA/SFA	0.44	0.46	0.45	NS	0.43	0.47	*	0.0039
n6/n3	1.15	1.07	1.11	NS	1.09	1.13	NS	0.014
DFA	42.93	43.99	42.68	NS	42.37	44.03	NS	14.22

Sign.= Significación; \* ( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo. CME= Cuadrados medios del error

El peso de sacrificio no presenta efectos significativos sobre las relaciones entre los ácidos grasos, mostrando valores similares los animales sacrificados a los tres pesos.

En relación al sexo, se observa que los machos tienen una mayor proporción de ácidos grasos saturados (70.0% frente a 67.83%) ( $P \leq 0.05$ ), mientras que las hembras muestran una mayor proporción de ácidos grasos monoinsaturados y de insaturados totales ( $P \leq 0.05$ ). Como consecuencia de ello, las hembras presentan una mayor relación monoinsaturados/saturados (UFA/SFA) e insaturados totales/saturados (TUFA/SFA) que los machos ( $P \leq 0.05$ ).

Los ácidos grasos deseables (DFA), desde el punto de vista de la salud humana (TUFA + C 18:0), alcanzan el 43.11% del total de ácidos grasos. Las hembras presentan valores superiores de este parámetro que los machos, aunque no de manera significativa.

En cuanto a la relación de ácidos grasos esenciales según la familia a la que pertenecen, (dependiente de la localización de la insaturación en la cadena carbonada (n6/n3)), no ha dado lugar a efectos estadísticamente destacables, siendo la media de 1.10%.

### 3.2.1.3. Grasa Intramuscular

En la Tabla 4.23, se presentan las medias y análisis de varianza del efecto del sexo y peso de sacrificio de los corderos sobre la composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular de la pierna.

Tabla 4.23. Medias y cuadrados medios del error de la grasa química, y de la composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular de la pierna, expresados en porcentajes, según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16		27	22		
<b>%Grasa química</b>	3.00	2.81	3.00	NS	2.66	3.21	NS	0.96
<b>%Ácidos grasos:</b>								
C12:0	1.58	1.49	1.27	NS	1.52	1.37	NS	0.308
C14:0	9.02	9.02	9.16	NS	9.12	9.01	NS	1.44
C15:0	0.98	0.99	0.88	NS	0.98	0.92	NS	0.06
C16:0	31.87	31.54	32.07	NS	32.52	31.14	*	3.57
C16:1	3.82	3.90	4.05	NS	3.67	4.18	**	0.26
C17:0	1.47	1.49	1.33	NS	1.49	1.37	NS	0.093
C17:1	0.46	0.44	0.52	NS	0.47	0.47	NS	0.021
C18:0	12.35	12.37	11.85	NS	12.74	11.64	***	1.02
C18:1	24.03	24.22	23.8	NS	23.53	24.51	NS	6.15
C18:2	4.62	4.77	4.80	NS	4.58	4.89	NS	0.51
C18:3	2.37 <sup>a</sup>	2.90 <sup>b</sup>	2.61 <sup>ab</sup>	**	2.57	2.68	NS	0.22
C20:0	1.06	0.97	1.01	NS	0.85	1.18	*	0.19
C20:4	3.88	4.01	4.33	NS	3.77	4.37	*	0.63
C22:0	2.42	1.81	2.27	NS	2.14	2.19	NS	0.54

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo. CME= Cuadrado medio del error. <sup>a, b, c</sup>: Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ )

El porcentaje de grasa química obtenida mediante la extracción de la grasa intramuscular del músculo *Cuadriceps femoris* de la pierna, es de un 2.91% de media, presentando las hembras valores superiores que los machos (3.21% frente a 2.66%), aunque las diferencias no son significativas.

La grasa intramuscular se caracteriza por presentar un reparto diferente en la proporción de ácidos grasos que las descritas para otros depósitos grasos. Los ácidos grasos que figuran en mayor proporción son el ácido palmítico (C16:0) (31.90%) y el ácido oleico (C18:1) (23.97%), representando un menor porcentaje el primero y un mayor el segundo que en las grasas anteriores. Seguidamente estarían el ácido esteárico (C18:0) con un 12.24% y el ácido mirístico (C14:0) con un 9.07%, observándose porcentajes similares para el primero y más bajo para el segundo que en los otros depósitos descritos, mientras que el ácido linoleico (C18:2) aparece en una proporción mayor (4.72%).

El peso de sacrificio solamente presenta un efecto significativo para el ácido linolénico (C18:3), observándose en los corderos de 12 Kg (2.90%) una mayor proporción de este ácido que en los de 10 Kg (2.37%) ( $P \leq 0.01$ ).

El sexo muestra efectos significativos sobre la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular, afectando a los ácidos palmítico (C16:0) y esteárico (C18:0) ( $P \leq 0.05$  y  $P \leq 0.01$ , respectivamente) que son superiores en los machos, y a los ácidos palmitoleico (C16:1), araquídico (C20:0) y araquidónico (C20:4) que están en mayor proporción en las hembras.

#### Relaciones entre los ácidos grasos

En la tabla 4.24 se muestran las medias y el análisis de varianza de las relaciones entre los distintos ácidos grasos de la grasa intramuscular del costillar, para los tres pesos de sacrificio fijados (10, 12 y 14 Kg) y los dos sexos.

Los ácidos grasos de cadena impar pentadecanoico + heptadecanoico + heptadecenoico (C15:0 + C17:0 + C17:1) presentan un 2.87% de media, valor algo menor que en las grasas subcutánea e intermuscular, no estando afectados por el peso de sacrificio ni por el sexo.

El depósito intramuscular además cuenta con una proporción media menor de ácidos grasos saturados (60.24%), y en cambio mayor de ácidos grasos insaturados totales (39.74%), principalmente debido a los poliinsaturados que están en una proporción media del 11.38%.

Tabla 4.24. Medias y cuadrados medios del error de las relaciones entre los distintos ácidos grasos de la grasa intramuscular del costillar, según Peso de Sacrificio y Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
n° animales	17	16	16		27	22		
<b>Relaciones:</b>								
Impar	2.92	2.93	2.74	NS	2.95	2.78	NS	0.22
SFA	60.78	59.71	59.86	NS	61.38	58.86	**	6.18
UFA	28.28	28.59	28.47	NS	27.68	29.22	*	6.9
PUFA	10.89	11.69	11.75	NS	10.93	11.95	*	2.4
TUFA	39.22	40.26	40.13	NS	38.62	41.12	**	6.17
PUFA/SFA	0.17	0.19	0.19	NS	0.17	0.20	**	0.0008
UFA/SFA	0.46	0.48	0.47	NS	0.45	0.49	*	0.003
TUFA/SFA	0.64	0.67	0.67	NS	0.63	0.70	**	0.0049
n6/n3	3.64	3.13	3.50	NS	3.34	3.51	NS	0.413
DFA	51.58	52.64	51.98	NS	51.36	52.77	NS	8.68

Sign.= Significación; \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo. CME= Cuadrados medios del error.

El sexo de los animales incide sobre la saturación de la cadena carbonada, presentando los machos una proporción media de SFA del 61.38% y las hembras del 58.86% ( $P \leq 0.01$ ); por el contrario estas presentan mayores porcentajes de UFA ( $P \leq 0.05$ ), PUFA ( $P \leq 0.05$ ) y por lo tanto de TUFA ( $P \leq 0.01$ ), de manera que en las hembras las relaciones insaturados/saturados son mayores.

El porcentaje medio de los ácidos grasos deseables es del 51.99%, no apreciándose diferencias significativas en función del sexo, ni en relación al peso de sacrificio.

Sobre la relación n6/n3 no parecen incidir ni el peso de sacrificio ni el sexo, presentando un valor medio de 3.42%.

### 3.2.2. GRASA DEL COSTILLAR

#### 3.2.2.1. Grasa Subcutánea

Las medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y del peso de sacrificio de los corderos sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa subcutánea del costillar, aparecen descritos en la tabla 4.25.

La proporción de grasa química extraída del depósito subcutáneo del costillar esta afectada por el sexo del animal, presentando un 53.53% las hembras frente a un 45.39% de los machos ( $P \leq 0.05$ ).

En esta localización los ácidos grasos presentes en mayor porcentaje son, por orden de importancia, el ácido palmítico (C16:0), el ácido oleico (C18:1), el ácido mirístico (C14:0) y el ácido esteárico (C18:0), con proporciones muy semejantes a los del depósito subcutáneo de la pierna. En total éstos ácidos grasos representa un 79.7%, mientras que el resto de ácidos grasos individualmente están por debajo del 4.32% de media.

Tabla 4.25. Medias y cuadrados medios del error de la composición en ácidos grasos de la grasa subcutánea del costillar según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16		27	22		
<b>%Grasa química</b>	48.3	45.6	54.4	NS	45.39	53.53	*	116.9
<b>%Ácidos grasos</b>								
C12:0	4.14	3.57	3.47	NS	3.84	3.61	NS	1.12
C14:0	14.8	14.09	13.7	NS	14.92	13.5	**	2.71
C14:1	0.78	0.72	0.82	NS	0.75	0.80	NS	0.231
C15:0	2.15	2.05	2.11	NS	1.99	2.21	*	0.11
C16:0	34.81	35.36	34.9	NS	35.76	34.33	**	3.2
C16:1	4.32	4.33	4.26	NS	4.30	4.30	NS	0.31
C17:0	2.4	2.39	2.42	NS	2.19	2.62	***	0.02
C17:1	0.09	0.12	0.12	NS	0.17	0.04	**	0.02
C18:0	9.3	9.69	9.42	NS	9.18	9.75	NS	1.09
C18:1	20.57	20.94	21.27	NS	20.61	21.25	NS	6.53
C18:2	2.74	2.67	2.63	NS	2.43	2.93	***	0.17
C18:3	2.78	2.84	2.67	NS	2.51	3.02	**	0.31
C20:0	1.01	1.12	2.05	NS	1.23	1.56	NS	1.81

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo.  
CME= Cuadrados medios del error

En cuanto al efecto del sexo sobre los ácidos grasos de la grasa subcutánea del costillar, se observa que los machos presentan una mayor proporción de los ácidos mirístico (C14:0) (14.92% frente a 13.5%) ( $P \leq 0.01$ ),

palmítico (C16:0) (35.76% frente a 34.33%) ( $P \leq 0.01$ ) y heptadecenoico (C17:1) (0.17% frente a 0.04%) ( $P \leq 0.01$ ).

Por otro lado las hembras presentan mayores porcentajes que los machos en los ácidos pentadecanoico C 15:0 (2.21% frente a 1.99%) ( $P \leq 0.05$ ), margárico C 17:0 (2.62% frente a 2.19%) ( $P \leq 0.001$ ), linoleico C 18:2 (2.93% frente a 2.43%) ( $P \leq 0.001$ ) y linolénico C 18:3 (3.02% frente a 2.51%) ( $P \leq 0.01$ ). El peso de sacrificio no tiene efectos significativos sobre la composición en ácidos grasos de la grasa subcutánea del costillar.

### Relaciones entre los ácidos grasos

Las medias y análisis de varianza de las relaciones entre los ácidos grasos del depósito subcutáneo del costillar, aparecen reflejados en la tabla 4.26.

Tabla 4.26. Medias y cuadrados medios del error de las relaciones entre los ácidos grasos del depósito subcutáneo del costillar, según el Peso de sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16		27	22		
<b>Relaciones:</b>								
Impar	4.69	4.61	4.65	NS	4.42	4.88	*	0.37
SFA	68.64	68.3	68.2	NS	69.14	67.62	NS	8.67
UFA	25.82	26.17	26.48	NS	25.9	26.41	NS	8.61
PUFA	5.52	5.51	5.30	NS	4.94	5.95	***	0.91
TUFA	31.35	31.68	31.79	NS	30.85	32.37	NS	8.68
PUFA/SFA	0.081	0.08	0.078	NS	0.071	0.088	***	0.0002
UFA/SFA	0.37	0.38	0.38	NS	0.37	0.39	NS	0.0034
TUFA/SFA	0.46	0.46	0.46	NS	0.44	0.48	NS	0.0038
n6/n3	0.99	0.95	0.99	NS	0.98	0.97	NS	0.008
DFA	40.65	41.38	41.21	NS	40.04	42.3	*	10.74

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo. CME= Cuadrados medios del error

Los ácidos grasos de cadena impar (C15:0 + C17:0 + C17:1) presentan porcentajes medios de 4,63%, no afectando el peso de sacrificio a esta proporción. En cuanto al sexo se observa que las hembras presentan una mayor proporción (4.88%) de ácidos grasos de cadena impar que los machos (4.42%).

Los porcentajes de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados totales, no están influidos ni por el peso de sacrificio ni por el sexo, presentando unos valores medios de 68.45% para los SFA, un 26.12% para los UFA y un 31.53% para los TUFA. En cambio las proporciones de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) y la relación poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) están afectadas por el sexo, siendo ambas superiores para las hembras ( $P \leq 0.001$ ).

Sobre los ácidos grasos deseables (DFA)(TUFA + C 18:0), no incide el peso vivo aunque sí el sexo, presentando las hembras una mayor proporción que los machos ( $P \leq 0.05$ ).

#### 3.2.2.2. Grasa Intermuscular

En la tabla 4.27, se presentan las medias y los cuadrados medios del error de las proporciones de los ácidos grasos totales de la grasa intermuscular del costillar de los corderos para los tres pesos de sacrificio (10, 12 y 14 Kg) y ambos sexos.

La proporción de grasa química extraída del depósito intermuscular del costillar es de un 52.75% de media, no estando afectada ni por el sexo ni por el peso del cordero.

Los ácidos grasos más abundantes en esta grasa son el ácido palmítico (C16:0) (35.95%), el ácido oleico (C18:1) (22.59%), el ácido mirístico (C14:0) (14.18%) y el ácido esteárico (C18:0) (12.63%), proporciones que son semejantes a las de la grasa intermuscular de la pierna.

En cuanto al efecto de los factores estudiados sobre la composición en ácidos grasos de este depósito, se aprecia que no está influida por el peso de sacrificio y el sexo, salvo la proporción del ácido palmitoleico (C16:1), con un 3.76% las hembras y un 3.38% los machos ( $P \leq 0.01$ ).

Tabla 4.27. Medias y cuadrados medios del error de la composición en ácidos grasos totales de la grasa intermuscular del costillar en porcentaje, según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
n° animales	17	16	16		27	22		
%Grasa química	51.54	52.67	54.3	NS	51.36	54.32	NS	26.28
<b>%Ácidos grasos</b>								
C12:0	2.85	2.44	2.58	NS	2.81	2.44	NS	0.57
C14:0	14.52	13.84	14.08	NS	14.45	13.85	NS	3.19
C15:0	1.36	1.24	1.37	NS	1.31	1.33	NS	0.042
C15:1	0.038	0.061	0.00	NS	0.066	0.0	NS	0.019
C16:0	36.01	36.04	35.74	NS	36.21	35.64	NS	4.31
C16:1	3.51	3.53	3.67	NS	3.38	3.76	**	0.17
C17:0	1.70	1.69	1.74	NS	1.67	1.75	NS	0.04
C17:1	0.35	0.39	0.39	NS	0.37	0.39	NS	0.013
C18:0	12.39	13.06	12.37	NS	12.87	12.34	NS	2.11
C18:1	22.29	22.85	22.83	NS	22.00	23.32	NS	7.9
C18:2	1.92	1.89	2.02	NS	1.90	1.99	NS	0.09
C18:3	1.55	1.62	1.77	NS	1.57	1.73	NS	0.124
C20:0	1.41	1.29	1.47	NS	1.32	1.46	NS	0.155

Sign.= Significación; \*\* ( $P \leq 0.01$ ); NS: No significativo. CME= Cuadrados medios del error.

### Relaciones entre los ácidos grasos

Las medias y análisis de varianza de los efectos del peso de sacrificio y del sexo sobre las relaciones entre los distintos ácidos grasos de la grasa intermuscular del costillar, vienen reflejados en la tabla 4.28.

La proporción media de ácidos grasos saturados (SFA) es de 69.79%, que se asemeja a la encontrada para la misma grasa en la pierna, la de ácidos grasos monoinsaturados (UFA) es de 26.62% y la de poliinsaturados (PUFA) de 3.58%, valores algo inferiores a los encontrados en la pierna.

La grasa de los machos presenta una mayor proporción de SFA que en las hembras (70.6% frente a 68.6%) ( $P \leq 0.05$ ), y que en estas, la proporción de TUFA y la relación TUFA/SFA es mayor en las hembras (31.2% frente a 29.33% y 0.45 frente a 0.41, respectivamente). El resto de parámetros no están afectados por el sexo.

El peso de los animales no influye ni en las proporciones de cada uno de los ácidos grasos ni en sus relaciones.

Tabla 4.28. Medias y cuadrados medios del error de la composición en ácidos grasos totales de la grasa intermuscular del costillar, según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16	-	27	22	-	-
<b>Relaciones:</b>								
Impar	3.46	3.39	3.51	NS	3.42	3.48	NS	0.148
SFA	70.26	69.63	69.37	NS	70.6	68.8	*	8.56
UFA	26.26	26.84	26.90	NS	25.86	27.48	NS	8.19
PUFA	3.47	3.52	3.79	NS	3.47	3.72	NS	0.375
TUFA	29.73	30.36	30.70	NS	29.33	31.20	*	8.44
PUFA/SFA	0.049	0.05	0.054	NS	0.049	0.054	NS	0.00008
UFA/SFA	0.37	0.38	0.38	NS	0.36	0.40	NS	0.0033
TUFA/SFA	0.42	0.43	0.44	NS	0.41	0.45	*	0.003
n6/n3	1.24	1.18	1.17	NS	1.22	1.18	NS	0.02
DFA	42.12	43.42	43.08	NS	42.2	43.55	NS	14.9

Sign.= Significación; \* ( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo. CME= Cuadrados medios del error.

### 3.2.2.3. Grasa Intramuscular

En la Tabla 4.29, se presentan las medias y análisis de varianza del efecto del sexo y peso de sacrificio sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa intramuscular del costillar.

La grasa química intramuscular extraída del músculo *Longissimus dorsi* es de un 2.78% de media no observándose diferencias significativas debidas al peso vivo ni al sexo.

El ácido graso encontrado en mayor proporción en esta grasa es el ácido palmítico (C16:0) con un 31.75%, a este le siguen el ácido oleico (C18:1) con un 23.88%, el ácido esteárico (C18:0) con un 12.09% y el ácido mirístico (C14:0) con un 9.04%. Diferenciándose además de los otros depósitos del costillar principalmente en el ácido araquidónico (C20:4) con un 3.97%, y en el behénico (C22:0) con un 2.71%.

El peso de sacrificio no afecta a la composición en ácidos grasos, pero sí el sexo. En los machos se observa una mayor proporción de los ácidos laúrico

(C12:0) ( $P \leq 0.001$ ), margárico (C17:0) ( $P \leq 0.01$ ), aráquico (C20:0) ( $P \leq 0.01$ ) y behénico (C22:0) ( $P \leq 0.01$ ), y en las hembras mayor proporción de palmitoleico (C16:1) ( $P \leq 0.001$ ), heptadecenoico (C17:1) ( $P \leq 0.05$ ), y de oleico (C18:1) ( $P \leq 0.01$ ).

Tabla 4.29. Medias y cuadrados medios del error de la composición en ácidos grasos totales de la grasa intramuscular del costillar(%), según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
n° animales	17	16	16	-	27	22	-	-
%Grasa química	2.81	2.92	2.67	NS	2.58	3.03	NS	0.68
<b>% Ácidos grasos:</b>								
C12:0	1.66	1.50	1.32	NS	1.77	1.22	***	0.19
C14:0	9.35	8.97	8.75	NS	9.22	8.82	NS	1.85
C15:0	1.04	1.003	0.85	NS	9.22	8.82	NS	1.85
C16:0	31.90	31.95	31.44	NS	31.65	31.88	NS	1.52
C16:1	3.68	3.79	3.86	NS	3.52	4.03	***	0.22
C17:0	1.51	1.48	1.47	NS	1.60	1.37	**	0.063
C17:1	0.40	0.36	0.44	NS	0.35	0.44	*	0.024
C18:0	12.07	12.1	12.06	NS	12.24	11.92	NS	1.02
C18:1	23.78	23.8	24.42	NS	22.92	25.08	**	6.31
C18:2	4.41	4.47	4.67	NS	4.50	4.54	NS	0.48
C18:3	2.31	2.52	2.47	NS	2.51	2.36	NS	0.15
C20:0	1.39	1.34	1.30	NS	1.58	1.11	**	0.264
C20:4	3.83	3.88	4.2	NS	4.02	3.92	NS	0.58
C22:0	2.6	2.77	2.69	NS	2.98	2.39	**	0.42

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo.  
CME= Cuadrados medios del error

### Relaciones entre los ácidos grasos

En la Tabla 4.30, se presentan las medias y análisis de varianza de las relaciones del sexo y peso de sacrificio con los ácidos grasos de la grasa Intramuscular del costillar.

La proporción media de ácidos grasos saturados (SFA) es de 60,99%, la de monoinsaturados (UFA) de 28,04% y la de poliinsaturados (PUFA) de 10,94%.

La suma de los ácidos grasos de cadena impar ( $\Sigma$  C15:0 + C17:0 + C17:1), está afectada por el sexo ( $P \leq 0.05$ ), presentando los machos proporciones mayores que las hembras (3,01% frente a 2,69%). ¿?

Al igual que en resto de depósitos grasos, los machos presentan una mayor proporción de ácidos grasos saturados (62.14% frente a 59.6%) y las hembras mayor proporción de monoinsaturados y de insaturados totales que los machos (29.57% frente a 26.8% en el caso de los UFA y 40.39% frente a 37.85% en el caso de los TUFA). Además las hembras presentan mayores relaciones UFA/SFA y TUFA/SFA ( $P \leq 0.01$  y  $P \leq 0.001$  respectivamente), y una mayor proporción de DFA (52.31% frente a 50.10%).

La relación n6/n3 no estuvo influida por ninguno de los factores estudiados.

Tabla 4.30. Medias y cuadrados medios del error de las relaciones entre los ácidos grasos totales de la grasa intramuscular del costillar, según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sign.	Machos	Hembras	Sign.	
nº animales	17	16	16	-	27	22	-	-
<b>Relaciones:</b>								
Impar	2.95	2.84	2.77	NS	3.01	2.69	*	0.16
SFA	61.55	61.15	59.91	NS	62.14	59.6	**	8.31
UFA	27.87	27.95	28.73	NS	26.8	29.57	***	6.05
PUFA	10.57	10.88	11.35	NS	11.05	10.82	NS	2.43
TUFA	38.44	38.84	40.09	NS	37.85	40.39	**	8.31
PUFA/SFA	0.17	0.17	0.19	NS	0.17	0.18	NS	0.0009
UFA/SFA	0.45	0.45	0.48	NS	0.43	0.49	**	0.003
TUFA/SFA	0.63	0.63	0.67	NS	0.61	0.68	***	0.006
n6/n3	3.61	3.39	3.61	NS	3.45	3.62	NS	0.38
DFA	50.52	50.95	52.15	NS	50.10	52.31	*	11.5

Sign.= Significación; \*\*\* ( $P \leq 0.001$ ); \*\* ( $P \leq 0.01$ ); \* ( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo.

CME= Cuadrados medios del error

### 3.2.3. GRASA PELVICORRENAL

En la Tabla 4.31, se presentan las medias y análisis de varianza (cuadrados medios) de los efectos del sexo y del peso de sacrificio sobre la composición en ácidos grasos totales de la grasa pelviorrenal.

En ella podemos observar como el porcentaje de grasa química extraída no esta afectada por el peso ni por el sexo del cordero, presentando unos valores medios de 64.84%.

Tabla 4.31. Medias y cuadrados medios del error de la composición en ácidos grasos totales de la grasa Pelvicorrenal de la canal, en porcentajes, según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sig.	Machos	Hembras	Sig.	
n° animales	17	16	16	-	27	22	-	-
<b>%Grasa química</b>	66.1	63.1	64.8	NS	66.05	63.37	NS	18.53
<b>%Ácidos Grasos:</b>								
C12:0	3.18	2.91	3.09	NS	3.31	2.81	NS	0.81
C14:0	12.08	12.02	12.82	NS	12.71	11.9	NS	4.32
C15:0	1.45	1.56	1.66	NS	1.49	1.62	NS	0.21
C15:1	0.25	0.49	0.34	NS	0.30	0.43	NS	0.19
C16:0	31.9	31.62	32.67	NS	32.18	31.95	NS	6.28
C16:1	2.27	2.49	2.43	NS	2.43	2.37	NS	1.88
C17:0	2.41	2.31	2.39	NS	2.34	2.40	NS	0.13
C17:1	0.04	0.08	0.05	NS	0.06	0.06	NS	0.011
C18:0	17.85	17.95	17.38	NS	17.71	17.75	NS	4.89
C18:1	21.85	21.79	21.04	NS	21.08	22.04	NS	9.17
C18:2	2.48	2.42	2.40	NS	2.28	2.59	*	0.17
C18:3	2.23	2.26	2.25	NS	2.18	2.31	NS	0.17
C20:0	1.96	2.04	1.42	NS	1.87	1.74	NS	0.91

Sign.= Significación; \* ( $P \leq 0.05$ ); NS: No significativo. CME= Cuadrados medios del error

Mientras que el sexo influye en la proporción de ácido linoleico (C 18:2) de este depósito graso, encontrando unas proporciones de 2.59% para las hembras y 2.28% para los machos. El resto de ácidos grasos no están influidos significativamente ni por el peso de sacrificio ni por el sexo, presentando los de mayor importancia unas proporciones medias de 32.07% para el ácido hexadecanoico (C16:0), 21.53% para el ácido oleico (C18:1), 17.72% para el ácido esteárico (C18:0) y 12.33% para el mirístico (C14:0).

### Relaciones entre los ácidos grasos

En la Tabla 4.32, se presentan las medias y análisis de varianza de los efectos del sexo y peso de sacrificio sobre las relaciones de los ácidos grasos totales de la grasa Pelvicorrenal.

De los datos que figuran en la citada tabla se deduce que la grasa pelvicorrenal presenta un porcentaje medio de SFA del 70.98%, un UFA del 25.53% y un PUFA del 4.66%.

Por otro lado observamos que no influye, de forma significativa, el peso de sacrificio sobre las relaciones entre los distintos ácidos grasos, y el sexo sólo sobre la relación PUFA/SFA que es mayor para las hembras que para los machos ( $P \leq 0.05$ ).

Tabla 4.32. Medias y cuadrados medios del error de la relación de los ácidos grasos de la grasa Pelvicorrenal, según el Peso de Sacrificio y el Sexo.

Parámetros estudiados	Peso de Sacrificio				Sexo			CME
	10 Kg	12 Kg	14 Kg	Sig.	Machos	Hembras	Sig.	
n° animales	17	16	16	-	27	22	-	-
<b>Relaciones:</b>								
Impar	4.17	4.45	4.45	NS	4.19	4.52	NS	0.55
SFA	70.87	70.43	70.45	NS	71.64	70.19	NS	10.32
UFA	25.63	25.93	25.19	NS	25.07	26.1	NS	8.67
PUFA	4.72	4.69	4.65	NS	4.47	4.90	NS	0.55
TUFA	30.35	30.63	29.85	NS	29.5	31.01	NS	9.09
PUFA/SFA	0.066	0.066	0.065	NS	0.06	0.07	*	0.0001
UFA/SFA	0.36	0.37	0.35	NS	0.35	0.37	NS	0.003
TUFA/SFA	0.43	0.43	0.41	NS	0.41	0.44	NS	0.003
n6/n3	1.11	1.07	1.07	NS	1.04	1.13	**	0.008
DFA	48.2	48.5	47.2	NS	47.2	48.7	NS	20.26

Sign. = Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ). NS: No significativo.  
CME= Cuadrados medios del error

En cuanto a la relación de los ácidos grasos, según la familia a la que pertenecen, solo se observan efectos, estadísticamente significativos, para el sexo presentando las hembras un mayor cociente PUFA/SFA ( $P \leq 0.05$ ) y relación n6/n3, que los machos ( $P \leq 0.01$ ).

## 4. PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL

La predicción de la composición tisular de las canales, se realizó por una parte a partir de las piezas de la canal, y por otra a partir de medidas de conformación y engrasamiento. Las variables independientes se eligieron en función de la complejidad de su obtención, y han sido determinadas por el procedimiento stepwise.

### 4.1. PREDICCIÓN A PARTIR DE LAS PIEZAS DE LA CANAL

#### 4.1.1. CORRELACIONES ENTRE LOS TEJIDOS DE LAS PIEZAS Y DE LA CANAL

Para la realización de las ecuaciones de predicción, se han estudiado previamente las correlaciones entre los tejidos de las distintas piezas y los tejidos totales de la canal, tanto en proporción como en cantidad (gramos). Los resultados se muestran en las tablas que figuran a continuación.

En la tabla 4.29 figuran los coeficientes de correlación observados entre la proporción de tejidos de las diferentes regiones anatómicas y los tejidos que forman la media canal izquierda.

La proporción de músculo del costillar es el parámetro que presenta una correlación más alta con la proporción de músculo total de la canal, con un coeficiente de correlación de  $r=0.902$  ( $P \leq 0.001$ ). La región de la pierna y de la espalda también tienen coeficientes de correlación elevados entre su proporción de músculo y el de la canal:  $r=0.764$  para la pierna ( $P \leq 0.001$ ) y  $r=0.699$  para la espalda ( $P \leq 0.001$ ). El resto de piezas presentan unas correlaciones menores con  $r=0.625$  para los bajos,  $r=0.596$  para el badal ( $P \leq 0.001$ ) y  $r=0.527$  para el cuello ( $P \leq 0.001$ ).

En la región de los bajos la correlación con la proporción de músculo total de la canal, es superior con la proporción de grasa ( $r=-0.678$  ( $P \leq 0.001$ )) que con la proporción de músculo de esta pieza ( $r=0.625$ , ( $P \leq 0.001$ )).

En cuanto a la proporción de tejido óseo de la canal, generalmente se observa que las correlaciones son elevadas tanto con las proporciones de hueso como con las de grasa de las diferentes piezas, aunque en el primer caso fueron positivas y en el segundo negativas. La región del costillar es la que presenta unos coeficientes de correlación mayores con  $r=0.861$  entre el hueso de la canal y el del costillar y  $r=-0.818$  entre el hueso de la canal y la grasa de esta pieza.

Tabla 4.29. Coeficiente de correlación entre las proporciones de los tejidos en las distintas piezas y las proporciones de los tejidos en la media canal izquierda.

	Músculo (%)	Hueso (%)	Grasa (%)
<b>Tejidos de la Pierna (%)</b>			
Músculo	0,764***	0,093	-0,465***
Hueso	0,296**	0,869***	-0,554***
Grasa	-0,547***	-0,707***	0,913***
G. Subcutánea	-0,335**	-0,341**	0,456***
G. Intermuscular	0,370**	0,486***	-0,573***
G. Pélvica	0,052	-0,101	0,026
<b>Tejidos del Costillar (%)</b>			
Músculo	0,902***	0,292*	-0,603***
Hueso	0,271**	0,861***	-0,767***
Grasa	-0,697***	-0,818***	0,966***
G. Subcutánea	-0,232*	-0,507***	0,557***
G. Intermuscular	0,343***	0,289**	-0,386**
G. Renal	-0,045	0,287**	-0,257**
<b>Tejidos del Badal (%)</b>			
Músculo	0,596***	0,048	-0,190
Hueso	-0,096	0,320**	-0,187
Grasa	-0,495***	-0,381**	0,530***
<b>Tejidos de la Espalda (%)</b>			
Músculo	0,699***	0,461***	-0,643***
Hueso	0,294**	0,845***	-0,600***
Grasa	-0,539***	-0,601***	0,855***
G. Subcutánea	-0,103	0,096	0,177
G. Intermuscular	0,103	-0,096	-0,177
<b>Tejidos de los Bajos (%)</b>			
Músculo	0,625***	0,232	-0,471***
Hueso	0,451**	0,704***	-0,647***
Grasa	-0,678***	-0,587***	0,860***
G. Subcutánea	-0,224**	-0,029	0,336**
G. Intermuscular	0,228**	-0,090	-0,188
<b>Tejidos del Cuello (%)</b>			
Músculo	0,527***	0,079	-0,289*
Hueso	0,197	0,534***	-0,365**
Grasa	-0,505***	-0,518***	0,677***
G. Subcutánea	0,034	0,053	0,1282
G. Intermuscular	-0,034	-0,053	-0,1282

Sign.= Significación; \*\*\*( $P \leq 0.001$ ); \*\*( $P \leq 0.01$ ); \*( $P \leq 0.05$ ).

Mientras que la región del badal y la del cuello son las peores predictoras de la proporción de hueso de la canal, presentando unos coeficientes de  $r=0.320$  y  $r=0.534$  respectivamente.

La proporción de grasa de la canal está muy correlacionada con la grasa y, en menor medida, con el tejido óseo y muscular de las piezas en proporciones. Así los tejidos de la región del costillar en proporción, muestran una elevada correlación con la grasa de la canal, las correlaciones son positivas con la grasa del costillar  $r=0.966$  y negativas con el hueso  $r=-0.767$  y el músculo  $r=-0.603$ . La pierna con  $r=0.913$ , los bajos con  $r=0.860$  y la espalda con  $r=0.855$  también obtienen unas correlaciones elevadas entre su proporción de grasa y la de la canal, aunque con el resto de los tejidos de estas piezas (músculo y hueso) las correlaciones han sido menores. La región del badal es la que ha mostrado el coeficiente de correlación menor ( $r=0.530$ ).

En la tabla 4.30 figuran los coeficientes de correlación observados entre la cantidad de tejidos de las regiones anatómicas y los tejidos que forman la media canal izquierda.

Comparando las tablas 4.29 y 4.30 se observa que generalmente, las correlaciones entre la cantidad de tejidos de la canal y cantidad de tejidos de las piezas son mayores que entre las proporciones.

Los coeficientes de correlación entre los tejidos de la canal y de las piezas en gramos han sido siempre de signo positivo.

La cantidad de músculo de la canal esta altamente correlacionada con la cantidad de músculo de las distintas regiones anatómicas. Así los mayores coeficientes de correlación se obtienen con la cantidad de músculo de la pierna ( $r=0.977$ ), seguido por la cantidad de músculo de la espalda ( $r=0.952$ ) y del costillar ( $r=0.931$ ). El músculo de la canal en gramos, también presenta correlaciones muy elevados con la cantidad de hueso de las distintas piezas, principalmente en la pierna ( $r=0.884$ ), espalda ( $r=0.839$ ) y badal ( $r=0.750$ ).

Por otro lado, el tejido óseo de la canal en cantidad, esta muy correlacionado con la cantidad de hueso y de músculo de todas las regiones anatómicas, siendo las piezas que presentan las correlaciones más elevadas, la pierna ( $r=0.957$  y  $r=0.843$  con el hueso y músculo respectivamente) en primer lugar, seguida de espalda ( $r=0.939$  y  $r=0.883$  con hueso y músculo respectivamente), badal y costillar.

Tabla 4.30. Coeficientes de correlación entre la cantidad de tejidos de las distintas regiones anatómicas y los tejidos de la media canal izquierda (g).

	Músculo (g)	Hueso (g)	Grasa (g)
<b>Tejidos de la pierna (g.)</b>			
Músculo	0,977***	0,843***	0,567***
Hueso	0,884***	0,957***	0,477**
Grasa	0,657***	0,507***	0,927***
G. Subcutánea	0,664***	0,532***	0,899***
G. Intermuscular	0,479**	0,315**	0,759***
G. Pélvica	0,349**	0,148	0,693***
<b>Tejidos del Costillar (g.)</b>			
Músculo	0,931***	0,725***	0,687***
Hueso	0,648***	0,828***	0,444**
Grasa	0,572***	0,433**	0,969***
G. Subcutánea	0,566***	0,356**	0,916***
G. Intermuscular	0,533***	0,400**	0,803***
G. Renal	0,446**	0,362**	0,862***
<b>Tejidos del Badal (g.)</b>			
Músculo	0,867***	0,788***	0,467**
Hueso	0,750***	0,871***	0,442**
Grasa	0,368**	0,369**	0,580***
<b>Tejidos de la Espalda (g.)</b>			
Músculo	0,952***	0,883***	0,535***
Hueso	0,839***	0,939***	0,434**
Grasa	0,524***	0,430**	0,893***
G. Subcutánea	0,364**	0,332**	0,800***
G. Intermuscular	0,408**	0,217*	0,458**
<b>Tejidos de los Bajos (g.)</b>			
Músculo	0,752***	0,647***	0,566***
Hueso	0,587***	0,684***	0,398**
Grasa	0,489**	0,438**	0,869***
G. Subcutánea	0,266*	0,258*	0,729***
G. Intermuscular	0,486**	0,308**	0,686***
<b>Tejidos del Cuello (g.)</b>			
Músculo	0,830***	0,777***	0,424**
Hueso	0,513***	0,676***	0,173
Grasa	0,451**	0,374**	0,728***
G. Subcutánea	0,318**	0,272*	0,657***
G. Intermuscular	0,356**	0,250*	0,396**

Sign.= Significación; \*\*\* (P≤0.001); \*\* (P≤0.01); \* (P≤0.05)

La cantidad de grasa total de la canal esta fuertemente correlacionada con la cantidad de grasa total de las piezas principalmente con el costillar (r=0.969), pierna (r=0.927), espalda (r=0.893) y bajos (r=0.869). Las correlaciones son también elevadas con la cantidad de los distintos depósitos grasos, principalmente del subcutáneo de la pierna (r=0.898), costillar (r=0.916)

y espalda ( $r=0.800$ ), y los depósitos renal del costillar ( $r=0.862$ ) y pélvico de la pierna ( $r=0.693$ ).

#### 4.1.2. ECUACIONES DE PREDICCIÓN A PARTIR DE LAS PIEZAS DE LA CANAL

##### 4.1.2.1. Ecuaciones de Predicción a Partir de los Tejidos de la Pierna.

En la tabla 4.31 figuran las ecuaciones de predicción de la proporción de tejidos de la canal a partir de las proporciones de músculo, hueso, grasa y grasa subcutánea de la pierna, para machos, hembras y para el conjunto de animales. La proporción de grasa intermuscular y renal no aparecen en ninguna ecuación ya que no mejoran su precisión.

Tabla 4.31. Ecuaciones de predicción de la Proporción de Tejidos de la canal (Y) a partir de la proporción en tejidos de la Pierna (Variables independientes).

Y=		Variables independientes (Tejidos de la pierna %) <sup>1</sup>				R <sup>2</sup>	Sig	DER	
		Cte.	Músculo	Hueso	G. Sub				
Músculo%	Común <sup>3</sup>	-9.065	0.906	0.402	-0.250	0.750	***	1.264	
	Sexo <sup>4***</sup>	H	-8.841	0.908	0.378	-0.237	0.751	***	1.275
		M	-8.646						
Y=		Cte.	Grasa	Músculo	Hueso	R <sup>2</sup>	Sig	DER	
Grasa%	Común	52.818	-0.550	1.047	-0.601	0.906	***	1.387	
	Sexo <sup>***</sup>	H	52.716						
		M	51.739	-0.569	0.995	-0.499	0.914	***	1.337
Y=		Cte.	Hueso	Grasa	-	R <sup>2</sup>	Sig	DER	
Hueso%	Común	7.744	0.799	-0.248		0.867	***	0.714	
	Sexo <sup>***</sup>	H	8.055						
		M	7.851	0.776	-0.238		0.869	***	0.717

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup> Ecuación obtenida para el conjunto de animales.

<sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. G. Sub: grasa subcutánea. Sig.: significación del modelo. \*\*\*:( $P<0.001$ ). DER: desviación estándar residual.

En la ecuación de predicción de la proporción de músculo de la canal, el procedimiento stepwise ha incluido como primera variable independiente la proporción de músculo de la pierna, seguido de la proporción de hueso y de grasa subcutánea de la misma, obteniéndose un coeficiente de determinación

de  $R^2=0.750$ , con una  $DER=1.264$ . La inclusión del sexo en el modelo aunque ha sido significativo, y se han obtenido pendientes distintas para machos y hembras, no ha aportado una mejora en el coeficiente de determinación ni una disminución del error de la ecuación.

Para la predicción de la proporción de grasa, las variables incluidas han sido la proporción de grasa, de músculo y de hueso de la pierna en ese orden. Esta ecuación explica un 90.6% de la variación de la proporción de grasa de la canal, aunque con un mayor error que la primera. En este caso, cuando se incluye el sexo en el modelo, aumenta ligeramente la precisión y disminuye además el error.

En la ecuación de predicción de la proporción de hueso a partir de los tejidos de la pierna, solamente se han incluido dos variables independientes (hueso y grasa). La precisión de esta ecuación es bastante elevada, explicando un 86.7% de la variación de este tejido.

En la tabla 4.32 figuran las ecuaciones de predicción de la cantidad de tejidos de la canal a partir de las cantidades de músculo, hueso y grasas de la pierna, para machos, hembras y para el conjunto de animales (g). La grasa intermuscular no ha sido incluida por el procedimiento stepwise en ninguna ecuación.

Las ecuaciones de predicción de la cantidad de tejidos de la canal a partir del peso de los tejidos de la pierna, han sido más precisas que las de predicción en proporciones, excepto para el tejido graso donde se ha dado el caso contrario.

En la predicción de la cantidad de músculo de la canal, la precisión obtenida ha sido muy elevada ( $R^2=0.959$ ,  $DER=52.151$ ), constando dicha ecuación de tres variables independientes (músculo, hueso y grasa subcutánea). En este caso no se han hallado interceptos significativamente distintos para machos y hembras, por lo que se utilizaría la ecuación común para todos los animales (machos y hembras).

Para la predicción de la cantidad de grasa solamente se ha incluido en la ecuación, la cantidad de grasa de la pierna, explicando por si sola un 86.8% de la variación total, aunque el error cometido para la predicción de este tejido, ha sido mayor que para el músculo y el hueso.

Tabla 4.32. Ecuaciones de predicción de la Cantidad de Tejidos de la canal (Y) a partir de la cantidad de tejidos de la pierna (Variables independientes).

Y=	Var. independientes (Tejidos de la pierna (g)) <sup>1</sup>					R <sup>2</sup>	Sig	DER	
	Cte.	Músculo	Hueso	G. Sub.					
Músculo(g)	<sup>3</sup> Común	91.371	2.063	0.822	0.605	0.959	***	52.151	
	<sup>4</sup> Sexo <sup>NS</sup>	M	91.384	2.087	0.794	0.612	0.959	***	51.984
		H	90.924						
Y=	Cte.	Grasa	-	-	R <sup>2</sup>	Sig	DER		
Grasa (g)	<sup>3</sup> Común	45.210	4.317		0.868	***	65.957		
	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	M	80.702	4.170		0.876	***	64.573	
		H	46.443						
Y=	Cte.	Hueso	G. Pélvica	-	R <sup>2</sup>	Sig	DER		
Hueso (g)	<sup>3</sup> Común	86.588	2.673	-0.819	0.906	***	30.890		
	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	M	86.962	2.689	-0.889	0.906	***	31.194	
		H	82.522						

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales.

<sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. G. Sub: grasa subcutánea. G. Pélvica: grasa pélvica. Sig.: significación del modelo. NS: no significativo. \*\*\*: (P≤0.001). DER: desviación estándar residual.

La cantidad de hueso de la canal, puede ser predicha con bastante exactitud con la cantidad de hueso y grasa pélvica de la pierna, ya que juntos explican un 90.6% de la variación con una DER=30.89.

Tanto para la ecuación de predicción de la grasa como para el hueso, la inclusión del sexo en el modelo aunque ha dado interceptos significativamente diferentes para cada sexo, sólo mejora ligeramente el coeficiente de determinación y el error de las ecuaciones.

#### 4.1.2.2. Ecuaciones de Predicción a Partir de los Tejidos del Costillar

En la tabla 4.33, aparecen reflejadas las ecuaciones de predicción de la composición tisular porcentual de la canal a partir de la proporción de tejidos del costillar. Las proporciones de los diferentes depósitos grasos del costillar no han sido incluidas en las ecuaciones de predicción, al no mejorar en ningún caso la precisión de la estimación.

Tabla 4.33. Ecuaciones de predicción de la Proporción de Tejidos de la canal (Y) a partir de la proporción de tejidos de la región del Costillar (Variables independientes)

Y=	<sup>1</sup> Variables independientes (%Tejidos del costillar)					R <sup>2</sup>	Sig	DER	
	Cte.	Músculo	Grasa	Hueso					
Músculo%	<sup>3</sup> Común	55.661	0.266	-0.278	-0.378	0.846	***	0.991	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	56.161	0.262	-0.285	-0.381	0.847	***	1.001
		M	56.045						
Grasa%	<sup>3</sup> Común	2.192	0.584	-	-	0.936	***	1.117	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	2.307	0.581	-	-	0.936	***	1.129
		M	2.229						
Hueso%	<sup>3</sup> Común	19.265	0.356	-0.094	-	0.800	***	0.876	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	18.791	0.349	-0.079	-	0.811	***	0.862
		M	18.323						

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales. <sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. Sig.: significación del modelo. \*\*\*:( $P \leq 0.001$ ). DER: desviación estándar residual.

El costillar ha mostrado una mayor precisión que la pierna a la hora de predecir la proporción de músculo y grasa de la canal, en cambio para la predicción de la proporción de hueso, la pierna ha sido más precisa.

En la ecuación de predicción de la proporción de músculo, el procedimiento stepwise ha incluido como primera variable predictora la proporción de músculo de esta región, entrando seguidamente la proporción de grasa y de hueso, ambos con signo negativo. Esta ecuación explica un 84.6% de la variación total de la proporción de músculo de la canal.

Para la predicción de la proporción de grasa, solo se ha incluido la proporción de grasa del costillar como variable independiente, lográndose un coeficiente de determinación de  $R^2=0.936$ , no obstante esta ecuación es la que muestra un mayor error. En cuanto a la proporción de hueso de la canal, en la ecuación de predicción se ha incluido la proporción de hueso y de grasa, explicando conjuntamente el 80.5% de la variación.

Cuando se ha testado el modelo dentro de cada sexo aunque se han obtenido interceptos diferentes para machos y hembras, apenas se ha obtenido

mejora de la precisión (traducida en un aumento del coeficiente de determinación y en una disminución del error).

En la tabla 4.34 figuran las ecuaciones de predicción de la cantidad de tejidos de la canal a partir de las cantidades de músculo, hueso y grasa del costillar, para machos, hembras y para el conjunto de animales. Al igual que para la proporción de tejidos, en estas ecuaciones tampoco se han incluido la cantidad de los distintos depósitos grasos ya que no mejoran la precisión.

Tabla 4.34. Ecuaciones de predicción de la Cantidad de Tejidos de la canal (Y) a partir de los tejidos en gramos de la región del Costillar (Variables independientes).

Y=		Cte.	<sup>1</sup> Variables independientes (Tejidos del costillar (g))		R <sup>2</sup>	Sig	DER
			Músculo	Hueso			
Músculo(g)	<sup>3</sup> Común	376.396	3.591	1.654	0.821	***	107.61
	<sup>4</sup> Sexo***	H	287.708		0.864	***	94.720
		M	400.115	4.063			
Y=		Cte.	Grasa	-	R <sup>2</sup>	Sig	DER
Grasa(g)	<sup>3</sup> Común	111.126	2.486		0.936	***	45.919
	<sup>4</sup> Sexo***	H	85.415		0.939	***	45.203
		M	108.549	2.562			
Y=		Cte.	Hueso	Músculo	R <sup>2</sup>	Sig	DER
Hueso(g)	<sup>3</sup> Común	208.508	2.683	0.621	0.741	***	51.344
	<sup>4</sup> Sexo***	H	158.803		0.827	***	42.364
		M	221.801	2.159			

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup> Ecuación obtenida para el conjunto de animales.

<sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. G. Sub: grasa subcutánea. G. Pélvica: grasa pélvica. Sig.: significación del modelo. \*\*\*:(P≤0.001). DER: desviación estándar residual.

Para la predicción de los tejidos de la canal en gramos, el costillar únicamente ha sido más preciso que la pierna en la predicción de la cantidad de grasa. En esta ecuación exclusivamente ha entrado como variable independiente la cantidad de grasa de la canal, explicando un 93.6% de la variación.

La ecuación de predicción del músculo de la canal (g), también ha mostrado una elevada precisión (R<sup>2</sup>=0.821), aunque en este caso han entrado como variables independientes el músculo y el hueso por este orden. Además

cuando se introduce el factor sexo en el modelo la proporción de variación explicada aumenta en un 4.3%, y disminuye el error (DER=94.72).

El coeficiente de determinación de la ecuación de predicción conjunta, de los gramos de hueso de la canal a partir de los tejidos de esta pieza, ha sido menor que para el resto de tejidos ( $R^2=0.741$ ), no obstante si incluimos el sexo en el modelo se mejora el coeficiente de determinación hasta un  $R^2=0.827$ , produciéndose además, una disminución considerable del error.

#### 4.1.2.3. Ecuaciones de Predicción a partir de los Tejidos de la Espalda

En la tabla 4.35 figuran las ecuaciones de predicción de la proporción de tejidos de la canal a partir de las proporciones de músculo, hueso, grasa y grasa subcutánea de la espalda, para machos, hembras y para el conjunto de animales.

Tabla 4.35. Ecuaciones de predicción de la Proporción de Tejidos de la canal (Y) a partir de los tejidos en proporción de la región de la Espalda (Variables independientes).

Y=		<sup>1</sup> Variables independientes (Tejidos de la espalda(%))					R <sup>2</sup>	Sig	DER
		Cte.	Músculo	G. Sub	-	-			
Músculo%	<sup>3</sup> Común	11.860	0.740	-0.157			0.545	***	1.687
	<sup>4</sup> Sexo**	H	11.058						
		M	10.785	0.757	-0.167			0.547	***
Y=		Cte.	Grasa	Hueso	G. Sub	Músculo	R <sup>2</sup>	Sig	DER
Grasa%	<sup>3</sup> Común	48.025	0.367	-0.776	0.433	-0.332	0.818	***	1.950
	<sup>4</sup> Sexo***	H	47.769						
		M	46.941	0.316	-0.742	0.442	-0.326	0.824	***
Y=		Cte.	Hueso	G. Sub	-	-	R <sup>2</sup>	Sig	DER
Hueso%	<sup>3</sup> Común	0.707	0.944	-0.117			0.767	***	1.013
	<sup>4</sup> Sexo***	H	2.017						
		M	2.828	0.864	-0.083			0.802	***

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales. <sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. G. Sub: grasa subcutánea. Sig.: significación del modelo. \*\*: (P≤0.01), \*\*\*: (P≤0.001). DER: desviación estándar residual.

En dicha tabla se observa que la precisión de la predicción de la proporción de tejidos de la canal a partir de los de esta región es menor que en las regiones anteriormente estudiadas. Así la ecuación de predicción de la proporción de músculo solamente explica el 54.5% de la variación para el conjunto de todos los datos, aumentando solamente hasta un 54.7% si incluimos el efecto del sexo. En la ecuación de predicción de la proporción de músculo han entrado como variables independientes las proporciones de músculo y grasa subcutánea, esta última con signo negativo.

Los coeficientes de determinación de las ecuaciones de predicción de la proporción de grasa, son mucho mayores que los de las ecuaciones de predicción del músculo, presentando un  $R^2=0.818$ , para la ecuación común a todos los animales. Si incluimos el sexo en el modelo aumenta la proporción de variación explicada en menos de un 1%. En esta ecuación han entrado cuatro variables independientes, la proporción de grasa, hueso, grasa subcutánea y músculo de la espalda, por este orden, siendo el coeficiente de regresión positivo tanto para la grasa total como para la subcutánea, y negativo para el músculo y el hueso.

La precisión de la estimación de la proporción de hueso de la canal, ha sido de  $R^2=0.767$  con  $DER=1.013$ , en la ecuación que incluye el músculo y la grasa subcutánea de la espalda, si además incluimos el sexo en el modelo, la precisión aumenta ligeramente  $R^2=0.802$  y  $DER=0.882$ .

En la tabla 4.36 figuran las ecuaciones de predicción de la cantidad de tejidos de la canal a partir de las cantidades (g) de músculo, hueso, grasa y grasa intermuscular de la espalda, para machos, hembras y para el conjunto de animales. El depósito subcutáneo no ha sido incluido por el procedimiento stepwise en ninguna ecuación.

Las ecuaciones obtenidas para la predicción de las cantidades(g) de los tejidos de la canal a partir de los tejidos de la espalda, muestran una precisión bastante mayor que las de predicción de la proporción. Además esta región es más precisa que el costillar a la hora de predecir la cantidad de músculo y de hueso de la canal.

En la predicción de la cantidad de músculo se ha alcanzado un coeficiente de determinación de  $R^2=0.935$ , en la recta de regresión en la que han entrado en músculo, y la grasa intermuscular en gramos. La inclusión del sexo en el modelo apenas ha mejorado el coeficiente de regresión aunque ha disminuido el error.

Tabla 4.36. Ecuaciones de predicción de la Cantidad de Tejidos de la canal (Y) a partir de los tejidos en gramos de la región de la Espalda (Variables independientes).

Y=	<sup>1</sup> Variables independientes (Tejidos de la espalda(g))			R <sup>2</sup>	Sig	DER		
	Cte.	Músculo	G. Interm.					
Músculo(g)	<sup>3</sup> Común	-21.478	4.393	3.064	0.935	***	64.819	
	<sup>4</sup> Sexo*	H	-126.25	4.785		0.944	***	61.057
		M	-125.55	4.843	2.532			
Y=	Cte.	Grasa	Músculo	R <sup>2</sup>	Sig	DER		
Grasa (g)	<sup>3</sup> Común	-59.434	5.323	0.574	0.838	***	73.978	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	-62.726		0.848	***	72.335	
		M	-105.72	4.891				0.734
Y=	Cte.	Hueso	G. Interm.	R <sup>2</sup>	Sig	DER		
Hueso (g)	<sup>3</sup> Común	31.167	4.257	0.889	0.894	***	32.744	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	54.609		0.907	***	31.296	
		M	39.783	4.119				1.911

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales. <sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. G. Interm.: grasa intermuscular. Sig.: significación del modelo. \*:(P≤0.05). \*\*\*(P≤0.001). DER: desviación estándar residual.

Para la predicción de la cantidad de grasa de la canal, las variables que se han incluido han sido la grasa y el músculo de la espalda en gramos, explicando la ecuación conjunta el 83.8% de la variación de la cantidad de grasa. El sexo incrementa solo en un 1% la proporción de variación explicada, disminuyendo ligeramente el error.

En la ecuación de predicción de la cantidad de hueso se ha incluido en primer lugar el hueso seguido de la grasa intermuscular, obteniendo un coeficiente de determinación elevado (R<sup>2</sup>=0.894). En esta ecuación además de interceptos diferentes para cada sexo, se han obtenido coeficientes de regresión (pendientes) para la grasa intermuscular, significativamente distintos para machos y hembras, aunque la mejora de la precisión de la ecuación si tenemos en cuenta el sexo, ha sido pequeña.

## 4.1.2.4. Ecuaciones de Predicción a partir de los Tejidos del Badal

En la tabla 4.37 figuran las ecuaciones de predicción de la composición porcentual de la canal a partir de las proporciones de músculo, hueso y grasa de la espalda, para machos, hembras y para el conjunto de animales.

Tabla 4.37. Ecuaciones de predicción de la Proporción de Tejidos de la canal (Y) a partir de la proporción de tejidos del badal (variables independientes).

Y=	Cte.	<sup>1</sup> Var. Independientes (%Tejidos del Badal)		R <sup>2</sup>	Sig	DER		
		Músculo	Grasa					
Músculo%	<sup>3</sup> Común	39.362	0.302	-0.301	0.463	***	1.832	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	35.740	0.345	-0.266	0.547	***	1.701
		M	37.181					
Y=	Cte.	Grasa	-	R <sup>2</sup>	Sig	DER		
Grasa%	<sup>3</sup> Común	9.838	0.713		0.314	***	3.664	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	12.833	0.627	0.515	***	3.116	
		M	8.884					
Y=	Cte.	Grasa	Hueso	R <sup>2</sup>	Sig	DER		
Hueso%	<sup>3</sup> Común	20.347	-0.190	0.189	0.224	**	1.728	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	22.266	-0.177	0.075	0.430	***	1.497
		M	24.092					

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales.

<sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto.

Sig.: significación del modelo. \*\*: (P≤0.01). \*\*\*: (P≤0.001). DER: desviación estándar residual.

Se observa que en general el badal no es un buen estimador de la composición porcentual de la canal ya que presenta unos coeficientes de determinación bastante bajos, aunque cuando se incluye el sexo en los modelos la precisión mejora notablemente, principalmente para la predicción de grasa y de hueso de la canal.

La ecuación de predicción de músculo que incluye como variables predictoras la proporción de músculo y de grasa del badal, explica solamente un 46.3% de la variación, aumentando esta proporción a un 54.7% si se incluye el sexo en el modelo.

Para la predicción de la proporción de grasa solo ha entrado como variable independiente la grasa del badal, aumentándose la precisión en un 20.1% si tenemos en cuenta el sexo del cordero.

En la predicción del hueso de la canal (%), ha entrado en primer lugar la grasa ya que ha sido la variable que ha generado el mejor modelo, seguido del hueso del badal. Esta ecuación explica solamente un 22.4% de la variación. La precisión se ve notablemente mejorada, hasta un 43%, cuando tenemos en cuenta el sexo del animal.

En la tabla 4.38. se representan las ecuaciones de predicción de la composición tisular de la canal en gramos a partir de la cantidad de tejidos del badal.

Tabla 4.38. Ecuaciones de predicción de la Cantidad de Tejidos de la canal (Y) a partir de la cantidad de los tejidos del badal (variables independientes).

Y=		<sup>1</sup> Variables independientes (Tejidos del Badal(g))				R <sup>2</sup>	Sig	DER
		Cte.	Músculo	Hueso	Grasa			
Músculo (g)	<sup>3</sup> Común	276.466	7.677	5.037	3.329	0.789	***	117.995
	<sup>4</sup> Sexo <sup>NS</sup>	H 288.112	7.487	5.608	3.183	0.793	***	118.111
		M 254.261						
Y=		Cte.	Grasa	Músculo	-	R <sup>2</sup>	Sig	DER
Grasa(g)	<sup>3</sup> Común	9.818	10.936	2.225		0.412	***	140.092
	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	H 78.857	10.423	2.348		0.552	***	124.389
		M -55.305						
Hueso(g)	<sup>3</sup> Común	188.002	5.001	1.544	1.343	0.827	***	42.362
	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	H 179.942	4.606	1.675	1.443	0.840	***	41.193
		M 203.371						

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales. <sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. G. Sub: grasa subcutánea. G. Pélvica: grasa pélvica. Sig.: significación del modelo. <sup>NS</sup>: no significativo. <sup>\*\*\*</sup>:(P≤0.001). DER: desviación estándar residual.

Las ecuaciones de predicción de los tejidos de la canal en gramos son mucho más precisas que las de proporciones, principalmente para la cantidad

de músculo y de hueso. Las ecuaciones alcanzan unos coeficientes de determinación de  $R^2=0.789$  y  $R^2=0.827$  para las conjuntas del músculo y hueso respectivamente, utilizando en ambos casos como variables independientes, la cantidad de músculo, hueso y grasa del badal. Para la ecuación de predicción de la cantidad de músculo, los interceptos obtenidos para cada sexo no son significativamente diferentes, por lo que se utilizaría la ecuación conjunta para ambos sexos.

En cambio para las ecuaciones predictoras de la cantidad de grasa y de hueso, la inclusión del sexo en el modelo ha sido significativa, aunque la mejora de la precisión al incluir el sexo en el modelo, no ha sido tan notable como para las proporciones.

#### 4.1.2.5. Ecuaciones de Predicción a partir de los Tejidos de los Bajos

En las tablas 4.39 y 4.40 se indican las ecuaciones de predicción de la composición tisular de la canal en proporción y en cantidades respectivamente, a partir de los tejidos de la región de los bajos.

Tabla 4.39. Ecuaciones de predicción de la Proporción de Tejidos de la canal (Y) a partir de la proporción de los tejidos de la región de los bajos (Variables independientes).

Y=		Cte.	<sup>1</sup> Var. independientes (%Tejidos de los)		R <sup>2</sup>	Sig	DER	
			Músculo	Grasa				
Músculo%	<sup>3</sup> Común	52.688	0.196	-0.188	0.534	***	1.708	
	<sup>4</sup> Sexo*	H	52.993	0.193	-0.193	0.534	***	1.727
		M	52.909					
Grasa%	<sup>3</sup> Común	-14.937	0.712	0.218	0.790	***	2.049	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	-10.932	0.653	0.179	0.802	***	2.011
		M	-12.042					
Hueso%	<sup>3</sup> Común	15.992	0.391	-0.127	0.583	***	1.266	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	16.867	0.322	-0.117	0.666	***	1.145
		M	18.061					

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales.

<sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. G. Interm.: grasa intermuscular. Sig.: significación del modelo. \*:( $P \leq 0.05$ ). \*\*\*:( $P \leq 0.001$ ). DER: desviación estándar residual.

La precisión de las ecuaciones de predicción de la composición tisular tanto de proporciones como de cantidades a partir de los bajos, es bastante más baja que la obtenida para la pierna, costillar y espalda.

Para la predicción de la proporción de músculo, grasa y hueso las ecuaciones obtenidas explican un 53.4%, 79% y un 58.3% respectivamente, mejorándose muy poco la precisión al incluir el sexo en el modelo. En las ecuaciones de predicción de la proporción de músculo y de grasa, aparecen como variables independientes la grasa y el músculo de los bajos aunque en distinto orden. En la predicción del hueso en cambio ha entrado la proporción de hueso y del depósito graso intermuscular.

En la tabla 4.40, se muestran las ecuaciones de predicción de la cantidad de tejidos de la canal (g), a partir de la cantidad de tejidos de los bajos.

Tabla 4.40. Ecuaciones de predicción de la Cantidad de Tejidos de la canal (Y) a partir de los tejidos en gramos de la región de los Bajos (Variables independientes).

Y=		Cte.	<sup>1</sup> Var. independientes (Tejidos de los Bajos(g))		R <sup>2</sup>	Sig	DER
			Músculo	G. Interm.			
Músculo(g)	<sup>3</sup> Común	517.590	8.620	3.093	0.602	***	160.39
	<sup>4</sup> Sexo <sup>NS</sup>	H	517.211				
		M	517.981	8.617	3.098	0.602	***
Y=		Cte.	Grasa		R <sup>2</sup>	Sig	DER
Grasa(g)	<sup>3</sup> Común	24.885	4.899		0.771	***	86.921
	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	H	202.108	3.596			
		M	-42.284	5.354		0.817	***
Y=		Cte.	Hueso	Músculo	R <sup>2</sup>	Sig	DER
Hueso (g)	<sup>3</sup> Común	244.782	3.751	1.711	0.526	***	69.382
	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	H	243.445				
		M	270.320	3.367	1.845	0.544	***

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales.  
<sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. G. Interm.: grasa intermuscular. Sig.: significación del modelo. <sup>NS</sup>: no significativo. \*: P≤0.05. \*\*\*:(P≤0.001). DER: desviación estándar residual.

Al igual que en la mayoría de tejidos de las regiones anteriores, las ecuaciones de predicción de la cantidad de tejidos de la canal (en gramos) a partir de los de esta pieza, presentan una mayor precisión que las de proporciones, aunque sin alcanzar a la obtenida para las regiones de la pierna, costillar y espalda. El tejido que se puede predecir con mayor precisión a partir de la región de los bajos, ha sido el graso (g), llegando a unos coeficientes de determinación de  $R^2=0.771$  para el conjunto de animales y de  $R^2=0.817$  si incluimos el factor sexo en el modelo. Las ecuaciones obtenidas para cada sexo además de tener puntos de corte diferentes también tienen coeficientes de regresión (pendientes) diferente para cada sexo.

La precisión de la estimación del tejido muscular y óseo no supera el  $R^2=0.602$  para el músculo y  $R^2=0.526$  para el hueso en las ecuaciones comunes a todos los datos. En la ecuación de predicción del músculo (g), la inclusión del sexo en el modelo no ha sido significativa, aunque en el caso de la predicción del hueso (g) si se observan distintos interceptos para cada sexo, no obstante la precisión mejora muy poco.

#### 4.1.2.6. Ecuaciones de Predicción a Partir de los Tejidos del Cuello

En la tabla 4.42 y 4.43 aparecen reflejadas las ecuaciones de predicción de la composición de músculo, grasa y hueso de la canal a partir de la proporción y de las cantidades de tejidos del cuello.

La región del cuello no ha sido una buena predictora de la proporción de tejidos de la canal. Para los tres tejidos se han encontrado precisiones muy bajas  $R^2=0.463$  para la proporción de músculo,  $R^2=0.501$  para la proporción de grasa y  $R^2=0.403$  para el hueso, en las ecuaciones correspondientes al conjunto de animales. Cuando se incluye el factor sexo en el modelo se logra un incremento de la proporción de variación explicada de un 11.5% y un 16% en las ecuaciones correspondientes al tejido graso y óseo respectivamente, en cambio para la predicción de la proporción de músculo la precisión no mejora.

Tabla 4.42. Ecuaciones de predicción de la Proporción de Tejidos de la canal (Y) a partir de la proporción de los tejidos del Cuello (Variables independientes).

Y=		Cte.	<sup>1</sup> Var. independientes (%Tejidos del Cuello)		R <sup>2</sup>	Sig	DER
			Músculo	Hueso			
	<sup>3</sup> Común	29.600	0.382	0.234	0.463	***	1.883
Músculo%	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	H	29.329				
		M	29.306	0.386	0.236	0.463	***
Y=		Cte.	Grasa		R <sup>2</sup>	Sig	DER
	<sup>3</sup> Común	7.763	0.529		0.501	***	3.127
Grasa%	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	H	13.862	0.279			
		M	6.531	0.537		0.616	***
Y=		Cte.	Grasa	Hueso	R <sup>2</sup>	Sig	DER
	<sup>3</sup> Común	21.788	-0.122	0.136	0.403	***	1.515
Hueso%	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	H	19.764				
		M	21.394	-0.070	0.146	0.563	***

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales.

<sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto.  
Sig.: significación del modelo. \*\*\*:(P<0.001). DER: desviación estándar residual.

Al igual que en el resto de regiones, las ecuaciones relativas a la composición tisular de la canal en cantidad, son de mayor precisión que las de proporción. Para la predicción de músculo y hueso (gramos) de la canal, la ecuación conjunta explica un 69.5% y un 73.1% respectivamente, de la variación de estos tejidos de la canal. Siendo más precisa la ecuación obtenida para el músculo al introducir el sexo en el modelo.

La cantidad de grasa de la canal, es el tejido que se predice en cantidad con menor precisión a partir de los tejidos de esta región (R<sup>2</sup>=0.556), mejorándose la precisión si tenemos en cuenta el sexo del animal (R<sup>2</sup>=0.611 y DER=114.14).

Tabla 4.43. Ecuaciones de predicción de la Cantidad de Tejidos de la canal (Y) a partir de la cantidad de tejidos del Cuello (Variables independientes).

Y=		Cte.	<sup>1</sup> Variables independientes (Tejidos del Cuello(g))			R <sup>2</sup>	Sig	DER
			Músculo	Grasa	Hueso			
	<sup>3</sup> Común	669.493	9.545			0.695	***	138.866
Músculo(g)	<sup>4</sup> Sexo***	H	664.035			0.729	***	132.383
		M	571.053	9.996				
Y=		Cte.	Grasa			R <sup>2</sup>	Sig	DER
	<sup>3</sup> Común	222.010	8.184			0.556	***	121.144
Grasa(g)	<sup>4</sup> Sexo***	H	291.656			0.611	***	114.658
		M	205.744	7.597				
Y=		Cte.	Músculo	Hueso	G. Sub	R <sup>2</sup>	Sig	DER
	<sup>3</sup> Común	234.404	2.417	3.365	1.062	0.731	***	52.81
Hueso (g)	<sup>4</sup> Sexo***	H	235.301			0.734	***	53.106
		M	246.939	2.363	3.300			

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup> Ecuación obtenida para el conjunto de animales.

<sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. G. Sub: grasa subcutánea. Sig.: significación del modelo. \*\*\*:(P≤0.001). DER: desviación estándar residual.

## 4.2. PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR A PARTIR DE MEDIDAS OBJETIVAS Y SUBJETIVAS DE LA CANAL

### 4.2.1. EL ENGRASAMIENTO COMO PREDICTOR DE LA COMPOSICIÓN TISULAR

En la tabla 4.44. aparecen los coeficientes de correlación entre la composición tisular y las distintas medidas de engrasamiento tomadas en el matadero.

La apreciación visual del estado de engrasamiento según las diferentes escalas utilizadas, está muy correlacionada con la proporción y la cantidad de grasa total de la canal, presentando la escala nueva propuesta, los mayores coeficientes de correlación (r=0.710 y r=0.821 para la proporción y cantidad respectivamente). Similares aunque algo inferiores, han sido los obtenidos con

la escala Europea para canales ligeras ( $r=0.689$  y  $r=0.723$  para la proporción y cantidad respectivamente).

Tabla 4.44. Coeficientes de correlación entre la composición tisular en proporción y en cantidad y las medidas de engrasamiento.

	Músculo(%)	Hueso(%)	Grasa (%)	Músculo(g)	Hueso(g)	Grasa (g)
<b>Apreciación subjetiva del engrasamiento:</b>						
<b>Eng. Europeo (L)</b>	-0.421**	-0.671***	0.689***	0.423**	0.233	0.723***
<b>Eng. Colomer</b>	-0.350*	-0.642***	0.650***	0.324*	0.114	0.636***
<b>Eng. Propuesta</b>	-0.410***	-0.696***	0.710***	0.626***	0.432**	0.821***
<b>G. Pelvicorrenal</b>	-0.378**	-0.579***	0.616***	0.465***	0.326*	0.696***
<b>Espesor grasa dorsal</b>	-0.545***	-0.552***	0.679***	0.318*	0.240	0.687***
<b>Grasa Pelvicorrenal(%)</b>	-0.687***	-0.694***	0.846***	0.087	0.068	0.726***
<b>Grasa Pelvicorrenal(g)</b>	-0.628***	-0.685***	0.822***	0.417**	0.295	0.873***
<b>Gr. Omental (%)</b>	-0.518***	-0.808***	0.794***	0.189	-0.070	0.721***
<b>Gr. Omental (g)</b>	-0.428**	-0.759***	0.749***	0.510***	0.275	0.844***
<b>Gr. Mesentérica (%)</b>	-0.226	-0.325	0.347	-0.172	-0.299	0.189
<b>Gr. Mesentérica (g)</b>	-0.243	-0.496	0.488	0.424	0.261	0.582

\*\*\*( $P \leq 0.001$ ), \*\*( $P \leq 0.01$ ), \*( $P \leq 0.05$ ).

Con el músculo de la canal, tanto en cantidades como en proporción, los coeficientes de correlación obtenidos son menores y de signo negativo con el porcentaje. Siendo también en este caso, la escala nueva propuesta la que mayores coeficientes presenta ( $r=-0.410$  y  $r=0.626$  respectivamente).

La correlación entre la proporción de hueso de la canal y la apreciación visual del engrasamiento, es relativamente alta y de signo negativo para todas las escalas utilizadas ( $r=-0.696$ ,  $r=-0.671$  y  $r=-0.642$  para la escala nueva, la Europea y la de Colomer respectivamente). En cambio la cantidad de hueso de la canal sólo ha presentado correlación significativa, con la escala nueva propuesta ( $r=0.432$ ).

La apreciación subjetiva de la cantidad de grasa pelvicorrenal, muestra correlaciones altas con la grasa de la canal ( $r=0.696$  y  $r=0.616$  para la cantidad y la proporción respectivamente).

El espesor de grasa dorsal ha estado muy correlacionado con la grasa de la canal tanto en proporciones ( $r=0.679$ ) como en cantidades ( $r=0.687$ ). La grasa pelvicorrenal y la omental (en porcentajes y en gramos) están altamente correlacionadas con la grasa de la canal, en cambio las correlaciones entre estas medidas y la cantidad de músculo y hueso de la canal han sido más bajas.

La proporción de hueso de la canal presenta un coeficiente de correlación alto y negativo con la grasa omental de la canal ( $r=-0.808$  y  $r=-0.759$  para la proporción y la cantidad respectivamente), en cambio la proporción de músculo muestra el coeficiente de correlación mayor con la grasa pelviorrenal ( $r=-0.687$  y  $r=-0.628$  para la proporción y la cantidad respectivamente).

La apreciación visual del estado de engrasamiento es una medida rápida y sencilla de tomar en el matadero, además es barata y en su realización no produce deterioro de la canal, por lo que es interesante su utilización para la predicción de la composición tisular de la canal y principalmente de su contenido graso.

En la tabla 4.45. podemos observar las ecuaciones de regresión simple para la predicción de la proporción de músculo, hueso, grasa y grasa subcutánea, utilizando como variable independiente la apreciación visual del estado de engrasamiento según las distintas escalas de clasificación.

Tabla 4.45. Ecuaciones de predicción de la proporción de los tejidos de la canal (Y), a partir de las escalas de engrasamiento (Variables independientes).

Y=	Cte.	Variables independientes			R <sup>2</sup>	Sig	DER
		Eng. Europeo	Eng. Colomer	Eng. Escala Nueva			
	57.914	-2.697	-	-	0.177	**	2.245
<i>Músculo %</i>	57.355	-	-2.576	-	0.122	*	2.319
	57.278	-	-	-1.631	0.168	**	2.257
	4.458	7.9011	-	-	0.475	***	3.207
<i>Grasa %</i>	4.697	-	8.550	-	0.422	***	3.365
	5.738	-	-	5.050	0.504	***	3.117
	0.633	4.640	-	-	0.482	***	1.859
<i>Grasa Sub%</i>	0.897	-	4.932	-	0.413	***	1.978
	1.658	-	-	2.839	0.468	***	1.881
	28.801	-3.373	-	-	0.450	***	1.439
<i>Hueso %</i>	28.773	-	-3.703	-	0.412	***	1.488
	28.290	-	-	-2.172	0.485	***	1.392

Cte.: constante, punto de corte. Eng. Europeo: clasificación subjetiva del engrasamiento según el sistema europeo para canales ligeras. Eng. Colomer: clasificación según el sistema de Colomer. Eng. Escala nueva: clasificación del engrasamiento según el método nuevo propuesto.

Sig: significación. \*\*\*( $P \leq 0.001$ ), \*\*( $P \leq 0.01$ ), \*( $P \leq 0.05$ ). R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación.

DER: desviación estándar residual.

De manera general las tres escalas de engrasamiento muestran ecuaciones de predicción de la composición tisular en proporción, con coeficientes de regresión y de determinación similares.

Para la predicción de la proporción de músculo, ninguna de las escalas muestra una precisión elevada, de manera que la ecuación para la escala Europea que es la que mayor precisión manifiesta, explica solamente un 17.7% ( $P \leq 0.01$ ), de la variación de la proporción de músculo de la canal, siendo la precisión de las otras escalas ligeramente menor.

Las ecuaciones de predicción de la proporción de grasa, grasa subcutánea y de hueso presentan una mayor precisión, obteniéndose para la grasa unos coeficientes de determinación de  $R^2=0.504$  ( $P \leq 0.001$ ), para la escala nueva propuesta, y algo menores en las ecuaciones de regresión realizadas a partir de los otros dos sistemas ( $R^2=0.475$  y  $R^2=0.422$  para la escala Europea y la de Colomer respectivamente).

En la tabla 4.46 se muestran las ecuaciones de regresión simple para la predicción de la cantidad de tejidos de la canal a partir de las escalas de engrasamiento.

Tabla 4.46. Ecuaciones de regresión simples, para la predicción de la cantidad (g) de los tejidos de la canal (Y), a partir de las escalas de engrasamiento (Variables independientes).

Y=	Cte.	Variables independientes			R <sup>2</sup>	Sig	DER
		Eng. Europeo	Eng. Colomer	Eng. Escala Nueva			
<i>Músculo (g)</i>	1225.18	275.15	-	-	0.178	**	227.98
	1311.262	-	241.967	-	0.15	*	238.01
	1103.432	-	-	253.152	0.392	***	196.04
<i>Grasa (g)</i>	14.435	327.627	-	-	0.513	***	123.35
	52.916	-	334.066	-	0.405	***	136.36
	16.175	-	-	233.276	0.675	***	100.71
<i>Grasa Sub(g)</i>	-35.478	181.258	-	-	0.507	***	68.98
	-13.0352	-	183.993	-	0.397	***	76.33
	-22.749	-	-	123.592	0.613	***	61.16
<i>Hueso (g)</i>	628.564	60.116	-	-	0.054	NS	97.02
	673.977	-	33.768	-	0.013	NS	99.12
	571.768	-	-	69.338	0.187	**	89.94

Cte.: constante, punto de corte. Eng. Europeo: clasificación subjetiva del engrasamiento según el sistema europeo para canales ligeras. Eng. Colomer: clasificación según el sistema de Colomer. Eng. Escala nueva: clasificación del engrasamiento según el método nuevo propuesto.

Sig: significación. \*\*\* ( $P \leq 0.001$ ), \*\* ( $P \leq 0.01$ ), \* ( $P \leq 0.05$ ), NS: no significativo. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. DER: desviación estándar residual.

Las ecuaciones de regresión simples han mostrado una precisión muy baja en la predicción de la cantidad de músculo y de hueso de la canal. La escala que presenta unos coeficientes de determinación mayores ha sido la Escala nueva propuesta con  $R^2 = 0.392$  ( $P \leq 0.001$ ) y  $R^2 = 0.187$  ( $P \leq 0.01$ ) para el músculo y el hueso respectivamente.

Para la predicción de la cantidad de grasa y de grasa subcutánea se han logrado coeficientes de determinación mayores, principalmente para la escala nueva propuesta ( $R^2 = 0.675$  y  $R^2 = 0.613$  respectivamente).

#### 4.2.2. LA CONFORMACIÓN COMO PREDICTORA DE LA COMPOSICIÓN TISULAR

En la tabla 4.47. podemos observar que tanto la conformación visual como las medidas de conformación, presentaron unas correlaciones mayores con la cantidad de tejidos que con la proporción de los mismos en la canal.

Tabla 4.47. Coeficientes de correlación entre los tejidos de la canal y las medidas e índices de conformación.

	Músculo(%)	Hueso(%)	Grasa (%)	Músculo(g)	Hueso(g)	Grasa (g)
<b>Conf. Visual</b>	-0.276	-0.464**	0.491**	0.637***	0.553**	0.660***
<b>Medidas objetivas:</b>						
B	-0.176	-0.375**	0.333**	0.829***	0.758***	0.651***
G	-0.051	-0.316*	0.245	0.586***	0.484***	0.455**
Wr	-0.299*	-0.418**	0.491***	0.701***	0.634***	0.736***
F	0.277	0.203	-0.130	0.513***	0.558***	0.133
L	0.102	-0.214	0.139	0.869***	0.802***	0.508***
Th	0.077	-0.153	0.108	0.674***	0.623***	0.383**
<b>Índices:</b>						
G/F	-0.129	-0.367**	0.247	0.415**	0.293*	0.376**
Wr/Th	-0.381**	-0.365**	0.463**	0.340*	0.296*	0.544***
PesoPierna/F	-0.174	-0.484**	0.367**	0.905***	0.777***	0.684***
PCF/L	-0.255	-0.541***	0.500***	0.913***	0.781***	0.796***

\*\*\*( $P \leq 0.001$ ), \*\*( $P \leq 0.01$ ), \*( $P \leq 0.05$ ).

La apreciación visual de la conformación ha mostrado unos coeficientes de correlación mayores con los tejidos de la canal en cantidades que en proporciones, además las correlaciones han sido más altas con la grasa y el músculo de la canal. Así la correlación con la grasa y el músculo en gramos es

de  $r=0.660$  y  $r=0.637$  respectivamente, y con estos tejidos en proporción son de  $r=0.419$  para la grasa y  $r=-0.276$  (no significativa) para el músculo,

De las medidas objetivas, la medida  $W_r$  (anchura de tórax) ha sido la que mayores coeficientes de correlación presenta con el porcentaje de tejidos de la canal, y principalmente con la proporción de grasa de la misma ( $r=0.491$ ) ( $P \leq 0.001$ ). Con la proporción de músculo y de hueso, la correlación es negativa y menos significativa ( $r=-0.299$  ( $P \leq 0.05$ ) y  $r=-0.418$  ( $P \leq 0.01$ )).

El perímetro de nalgas ( $B$ ) y la longitud interna de la canal ( $L$ ), son las medidas más correlacionadas con la cantidad de músculo y de hueso de la canal. Mientras que  $W_r$  y  $B$  son las que mayores coeficientes de correlación presentan con la cantidad de grasa de la canal ( $r=0.736$  y  $r=0.651$  respectivamente).

Las correlaciones entre los índices de la canal y la proporción de tejidos de la misma han sido, al igual que las medidas por separado, generalmente bajas. Para la proporción de músculo, el índice mejor correlacionado es el  $W_r/Th$  ( $r=-0.381$ ) y para la proporción de grasa y hueso es  $PCF/L$  ( $r=0.500$  y  $r=0.541$  respectivamente).

El índice de compacidad de la pierna y el de compacidad de la canal, son los que presentan mayores coeficientes de correlación con la cantidad de músculo ( $r=0.905$  y  $r=0.913$  respectivamente), hueso ( $r=0.777$  y  $r=0.781$  respectivamente) y de grasa ( $r=0.684$  y  $r=0.796$  respectivamente) de la canal. El resto de índices estudiados ( $G/F$  y  $W_r/Th$ ), presentan correlaciones menores que las de las medidas morfométricas por separado.

La utilización de la puntuación de la conformación como predictor de la composición tisular de la canal, presenta las mismas ventajas que la utilización de las escalas de engrasamiento, es decir, es fácil, barata y no produce deterioro de la canal, además las correlaciones obtenidas fueron en algunos casos mayores a las obtenidas con la apreciación visual del engrasamiento, por lo que su valoración puede ser útil a la hora de predecir la composición tisular de la canal.

En la tabla 4.48. se presentan las ecuaciones de predicción de la proporción de tejidos de la canal a partir de la apreciación subjetiva de la conformación.

La puntuación de la conformación como predictor de la composición tisular, proporciona ecuaciones con una baja precisión. La ecuación que explica un mayor porcentaje de variación, es la que predice la cantidad de grasa de la

canal, con un coeficiente de determinación de  $R^2=0.436$  ( $P\leq 0.001$ ), siendo la precisión del resto de ecuaciones aún menor.

Tabla 4.48. Ecuaciones de regresión simples, para la predicción de los tejidos de la canal (Y), a partir de la apreciación visual de la conformación (variable independiente).

Y=	Cte.	VARIABLE INDEPENDIENTE		R <sup>2</sup>	Sig	DER
		Punt .Conformación				
Músculo(%)	56.107	-0.898		0.076	NS	2.06
Músculo (g)	1114.907	253.462		0.405	***	203.31
Grasa(%)	10.002	3.153		0.241	**	3.62
Grasa (g)	142.538	176.834		0.436	***	133.31
Hueso (%)	26.612	-1.448		0.215	**	1.83
Hueso (g)	544.514	79.533		0.306	**	79.25

Cte.: constante, punto de corte. Punt. Conformación: valoración subjetiva de la conformación según Colomer.

Sig: significación. \*\*\*( $P\leq 0.001$ ), \*\*( $P\leq 0.01$ ), NS: no significativo. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. DER: desviación estándar residual.

#### 4.2.3. OTROS PARÁMETROS COMO PREDICTORES DE LA COMPOSICIÓN TISULAR

En la tabla 4.49. aparecen las correlaciones entre el PCF, el peso y longitud del hueso gran metacarpiano y el peso y proporción del músculo *Longissimus dorsi* la composición tisular de la canal.

El PCF presenta un coeficiente de correlación de  $R^2=0.966$  con la cantidad de músculo total de la canal. Este parámetro también presenta correlaciones elevadas con la cantidad de hueso ( $R^2=0.855$ ) y de grasa ( $R^2=0.766$ ) de la canal, en cambio las correlaciones con la proporción de tejidos de la canal son bajas.

El peso y la longitud del hueso gran metacarpiano han sido medidas bien correlacionadas con la cantidad de hueso de la canal ( $R^2=0.753$  y  $R^2=0.651$ ), pero no con la proporción de dicho tejido, donde los coeficientes de correlación no han sido significativos.

Tabla 4.49. Coeficientes de correlación entre la composición tisular de la canal y el PCF, peso y longitud del hueso gran metacarpiano y peso y proporción del músculo *Longissimus dorsi*.

	Músculo(%)	Hueso(%)	Grasa (%)	Músculo(g)	Hueso(g)	Grasa (g)
PCF	-0.140	-0.471**	0.431**	0.966***	0.855***	0.766***
P. metacarpiano	0.096	0.183	-0.143	0.625***	0.753***	0.208
L. metacarpiano	0.366**	0.277	-0.366**	0.569***	0.651***	-0.027
Peso <i>Longissimus</i>	0.077	-0.378**	0.267	0.822***	0.658***	0.557***
Prop. <i>Longissimus</i>	0.317*	0.052	-0.141	0.075	0.004	-0.095

PCF: Peso de la canal fría. P. metacarpiano: peso del hueso gran metacarpiano. L. Metacarpiano: longitud del hueso gran metacarpiano. \*\*\*:  $P \leq 0.001$ , \*\*:  $P \leq 0.01$ , \*:  $P \leq 0.05$ .

El peso de músculo *Longissimus dorsi* está altamente correlacionado con la cantidad de músculo de la canal ( $R^2=0.822$ ), pero no con su proporción. En cambio la proporción de dicho músculo respecto al PCF, presenta unas correlaciones bajas con todos los tejidos y solamente han sido significativas para la proporción de músculo de la canal ( $R^2=0.317$ )( $P \leq 0.05$ ).

En la tabla 4.50. se indican las ecuaciones de predicción de los tejidos de la canal en proporciones y en cantidades a partir del PCF.

Tabla 4.50. Ecuaciones de regresión simples para la predicción de la composición tisular (Y), a partir de la medida del PCF (Variable independiente).

Y=	VARIABLE INDEPENDIENTE			R <sup>2</sup>	Sig	DER
	Cte.	PCF				
<i>Músculo</i> (%)	56.267	-0.00039		0.025	NS	2.44
<i>Músculo</i> (g)	113.820	0.2395		0.923	***	69.93
<i>Grasa</i> (%)	4.676	0.00186		0.180	**	4.01
<i>Grasa</i> (g)	-332.166	0.1327		0.574	***	115.37
<i>Hueso</i> (%)	29.443	-0.00091		0.223	***	1.71
<i>Hueso</i> (g)	188.985	0.083		0.705	***	54.17

Cte.: constante, punto de corte. PCF: peso canal fría (g). Sig: significación. \*\*\* ( $P \leq 0.001$ ), \*\* ( $P \leq 0.01$ ), NS: no significativo. R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. DER: desviación estándar residual.

El PCF es un buen predictor por sí sólo de la cantidad de músculo de la canal, explicando un 92.35% de la variación de la cantidad de músculo de la canal. Para la predicción de la cantidad de hueso de la canal, también se han logrado coeficientes de determinación elevados ( $R^2 = 0.705$ ), siendo algo menores los obtenidos para la cantidad de grasa ( $R^2 = 0.574$ ). Sin embargo, no ocurre lo mismo con las proporciones de los tejidos de la canal, donde se han obtenido ecuaciones de precisión muy baja, e incluso no significativa para la proporción de músculo de la canal.

#### *4.2.4. PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL A PARTIR DE ECUACIONES DE REGRESIÓN MÚLTIPLE*

En las regresiones simples anteriormente estudiadas, solo se han logrado ecuaciones con suficiente precisión, como para poder ser utilizadas para predecir la cantidad de músculo y para la cantidad de hueso de la canal, utilizando el PCF como variable independiente.

Para lograr ecuaciones con suficiente valor predictivo, se realizaron ecuaciones de regresión múltiples con las medidas de engrasamiento y conformación anteriormente estudiadas, para el conjunto de animales y para los machos y las hembras por separado.

En la tabla 4.51 aparecen reflejadas las ecuaciones de predicción de la proporción de músculo de la canal a partir de medidas de engrasamiento, conformación y medidas del hueso gran metacarpiano.

Para la predicción de la proporción de músculo, el procedimiento stepwise ha incluido en primer lugar dos medidas de engrasamiento (proporción de grasa pelviorrenal y espesor dorsal), seguidas del peso del metacarpiano y por último una medida de conformación (L). Esta ecuación explica un 64.1% de la variación de la proporción de músculo de la canal con una DER=1.532. Cuando incluimos en el modelo el sexo del animal la precisión aumenta ligeramente ( $R^2=0.662$  y DER=1.532).

En la predicción de la proporción de grasa, se ha obtenido un coeficiente de determinación mayor ( $R^2=0.867$ ) que para la predicción de músculo y hueso (en proporción), aunque también entraron en el modelo un número mayor de variables independientes, tres han sido medidas de engrasamiento (proporción de grasa pelviorrenal, apreciación visual del engrasamiento (escala europea) y de la grasa pelviorrenal), dos de conformación (F y PCF/L) y la longitud del hueso metacarpiano. Si incluimos el sexo en el modelo, aunque ha sido significativo, prácticamente la precisión de la ecuación no mejora.

Tabla 4.51. Ecuaciones de Predicción de la Proporción de tejidos de la canal (Y) a partir de las medidas de conformación y engrasamiento (Variables independientes).

Y=	<sup>1</sup> Var. independientes							R <sup>2</sup>	Sig	DER	
	Cte.	%Pelren	Esp	PMet	L	-	-				
Músculo%	<sup>3</sup> Común	47.113	-2.829	-0.905	-0.136	0.384		0.641	***	1.532	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	48.812								
		M	47.853	-3.074	-1.038	-0.080	0.333		0.662	***	1.505
Y=	Cte.	%Pelren	EngL	Lomet	F	PCF/L	PuntPr	R <sup>2</sup>	Sig	DER	
Grasa%	<sup>3</sup> Común	8.432	5.509	3.174	-0.258	0.829	0.051	-1.298	0.867	***	1.704
	<sup>4</sup> Sexo***	H	9.388								
		M	8.963	5.333	2.987	-0.251	0.760	0.057	-1.338	0.869	***
Y=	Cte.	%Ome	EngL	-	-	-	-	R <sup>2</sup>	Sig	DER	
Hueso%	<sup>3</sup> Común	30.156	-3.322	-1.908				0.762	***	0.956	
	<sup>4</sup> Sexo***	H	29.554								
		M	25.936	-3.080	-1.823				0.769	***	0.952

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales. <sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. %Pelren: proporción de grasa pelvicorrenal total respecto al PCF. Esp: espesor dorsal. PMet: peso del hueso metacarpiano. L: longitud interna de la canal. EngL: apreciación visual del estado de engrasamiento según sistema europeo. Lomet: longitud del hueso metacarpiano. F: longitud de la pierna. PCF/L: índice de compacidad de la canal. PuntPr: apreciación visual de la grasa pelvicorrenal. %Ome: proporción de grasa omental respecto al PCF. Sig.: significación del modelo. \*\*\*( $P \leq 0.001$ ). DER: desviación estándar residual.

En la predicción de la proporción de hueso solamente se han incluido dos variables independientes que son medidas de engrasamiento (la proporción de grasa omental y la apreciación visual del estado de engrasamiento escala europea). La ecuación así obtenida presenta una mayor precisión que la de predicción de la proporción de músculo y un menor error que la de predicción de grasa (%). La inclusión del sexo en el modelo no presenta ninguna ventaja ya que prácticamente la mejora de la precisión es nula.

En la tabla 4.45. se indican las ecuaciones de predicción múltiples obtenidas a partir de medidas de engrasamiento y conformación tomadas de la canal.

Las ecuaciones de predicción de la composición tisular en gramos, alcanzan una mayor precisión que las de proporción, hallando unos coeficientes de regresión, en todos los casos, superiores a  $R^2=0.91$ , siendo la

del tejido muscular la que presenta el mayor coeficiente de determinación ( $R^2=0.967$ ). En cuanto a la ecuación de predicción de la cantidad de músculo de la canal, además del PCF, que explicaba por si solo un 92.3% de la variación de este tejido en gramos, se incluyeron tres medidas de engrasamiento (proporción de grasa pelvicorrenal, puntuación visual de la grasa pelvicorrenal y espesor de grasa dorsal), lográndose un incremento de la variación explicada de un 4.4%. La inclusión del sexo en el modelo no ha sido significativa por lo que solamente sería necesario una única ecuación para ambos sexos.

Tabla 4.54. Ecuaciones de predicción de la cantidad de tejidos de la canal (Y) a partir de medidas de engrasamiento y conformación (Variables independientes).

Y=		Cte.	<sup>1</sup> Var. independientes					R <sup>2</sup>	Sig	DER		
			PCF	%Pelren	PuntPr	Esp	-					
Músculo(g)	<sup>3</sup> Común	128.570	0.251	-107.760	47.352	-16.030	0.967	***	47.944			
	<sup>4</sup> Sexo <sup>NS</sup>	H	128.642	0.298	-106.844	47.254	-15.854	0.969	***	47.935		
		M	128.257									
Y=		Cte.	%Pelren	PCF/L	Esp	EngL	%Mes	-	R <sup>2</sup>	Sig	DER	
Grasa(g)	<sup>3</sup> Común	-434.171	1.178	3.665	31.617	54.508	72.317	0.918	***	52.669		
	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	H	-435.543	1.185	3.637	31.985	55.054	73.902	0.918	***	53.285	
		M	-433.229									
Y=		Cte.	PCF	%Ome	Pemet	Wr	Th	EngL	R <sup>2</sup>	Sig	DER	
Hueso(g)	<sup>3</sup> Común	-335.993	0.047	-87.865	6.911	29.307	16.338	-25.319	0.924	***	29.046	
	<sup>4</sup> Sexo <sup>***</sup>	H	-343.044	0.048	-82.967	6.601	28.178	17.108	-23.361	0.925	***	29.261
		M	-335.726									

<sup>1</sup>Orden dado por el procedimiento stepwise. <sup>3</sup>Ecuación obtenida para el conjunto de animales. <sup>4</sup>Ecuación obtenida al incluir el sexo en el modelo. Cte: constante, punto de corte, intercepto. PCF: peso de la canal fría. %Pelren: proporción de grasa pelvicorrenal total respecto al PCF. PuntPr: apreciación visual de la grasa pelvicorrenal. Esp: espesor dorsal. PCF/L: índice de compacidad de la canal. EngL: apreciación visual del estado de engrasamiento según sistema europeo. %Mes: proporción de grasa mesentérica respecto al PCF. %Ome: proporción de grasa omental respecto al PCF. Pemet: peso del hueso metacarpiano. Wr: anchura de tórax. Th: profundidad de tórax. Sig.: significación del modelo. <sup>NS</sup>: no significativo. <sup>\*\*\*</sup>( $P \leq 0.001$ ). DER: desviación estándar residual (g).

La predicción de la cantidad de grasa a partir de medidas realizadas sobre la canal, se ha realizado con menor precisión que el músculo y el hueso, ya que la ecuación obtenida, es la que presenta un menor coeficiente de determinación y un mayor error ( $R^2=0.91$  y  $DER=52.66$ ). Dicha ecuación consta de cinco variables independientes, de ellas 4 son medidas de engrasamiento (proporción de grasa pelvicorrenal, espesor de grasa dorsal, apreciación subjetiva del engrasamiento de la canal según el sistema de la UE, y la

proporción de grasa mesentérica) y la otra de conformación (índice PCF/L). En este caso aunque se han obtenido diferentes interceptos para machos y hembras, cuando se incluye el sexo en el modelo no mejora la precisión de la ecuación predictora.

Para la predicción de la cantidad de hueso han sido necesarias 6 variables, en primer lugar ha entrado el PCF que por si solo explicaba el 70.5% de la variación de este tejido en cantidad, seguidamente la proporción de grasa omental, el peso del hueso gran metacarpiano, dos medidas de conformación ( $W_r$  y  $T_h$ ) y por último la apreciación visual del estado de engrasamiento de la canal mediante la escala europea. Esta ecuación explica el 94.2% de la variación de la cantidad de este tejido con un error de  $DER=29.04$ . Nuevamente aunque la inclusión del sexo en el modelo ha sido significativa, es decir se han obtenido interceptos diferentes para machos y hembras, no mejora ni el coeficiente de determinación ni el error cometido.

***DISCUSIÓN***

---

## V. DISCUSIÓN

### 1. CALIDAD DE LA CANAL

#### 1.1. PESOS, RENDIMIENTOS Y PÉRDIDAS

A los pesos de sacrificio prefijados en el estudio, se han obtenido unas relaciones de pesos vivo vacío y de canal caliente y fría similares a las obtenidas por Velasco *et al.* (2000), en lechales de 10 y 12 Kg, de raza Talaverana, con unos pesos vivo vacío de 9.19 y 11.31 Kg respectivamente, pesos de canal caliente de 5.37 y 6.76 Kg y pesos de canal fría de 5.12 y 6.47 Kg respectivamente.

Los rendimientos obtenidos en los corderos sacrificados a 14 Kg, (52.62%, 55.67% y 58.85% para el comercial, matadero y verdadero respectivamente) son muy similares a los obtenidos por Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993a) para corderos sacrificados a 15 Kg (52.77%, 54.54%, y 59.29% para el comercial, matadero y verdadero respectivamente). Mientras que los rendimientos comercial y matadero obtenidos para los corderos sacrificados a 10 y 12 Kg son ligeramente mayores a los hallados por Velasco *et al.* (2000), para corderos Talaveranos del mismo peso (50.06% y 52.42%).

Vergara *et al.* (1993) y Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993a) en corderos de la misma raza pero sacrificados a pesos más altos, encontraron unos rendimientos mayores que los nuestros, ya que al tratarse de animales de mayor peso mostraron un mayor engrasamiento y menor proporción de despojos en sus canales.

Sañudo *et al.* (1997) comparando corderos lechales de distintas razas españolas, encontraron rendimientos de 52.44% para lechales manchegos sacrificados a los 10.47 Kg de peso, estos rendimientos fueron menores que los de los corderos churros (55.86%) sacrificados a peso similar, lo que fue atribuido al mayor engrasamiento de sus canales al ser una raza más precoz.

El efecto del peso de sacrificio sobre los rendimientos ha sido significativo para los rendimientos comercial y matadero, presentando el rendimiento verdadero una tendencia similar. Estos rendimientos han sido menores en los corderos sacrificados al peso más bajo, debido a que estos animales presentan una mayor proporción del quinto cuarto respecto al peso vivo vacío que los sacrificados a pesos más altos.

La tendencia a aumentar los rendimientos a la canal con el peso vivo fue igualmente observada por Guía y Cañeque (1992), en corderos de raza Talaverana sacrificados entre los 14-32 Kg. Otros autores también han

encontrado un aumento del rendimiento a la canal con la edad (Preston y Willis, 1974; Solomon *et al.*, 1980 y Velasco *et al.*, 2000) y/o con el peso de sacrificio, que fue debido a que el incremento de peso de las canales fue proporcionalmente superior al de los despojos, como igualmente han evidenciado Colomer y Espejo (1971). Para Butterfield (1988), otra causa del mayor rendimiento de canales más pesadas es la mayor deposición grasa que estas presentan.

En cambio Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993a) en corderos de raza Manchega sacrificados a 15, 25 y 35 Kg, hallaron que los rendimientos comercial, verdadero y matadero disminuían al incrementarse el peso de los animales, como consecuencia de que el contenido digestivo de sus animales aumentó mucho.

La influencia del sexo sobre los rendimientos a la canal se aprecia de manera que las hembras poseen mayores rendimiento matadero que los machos, debido su mayor precocidad y por lo tanto mayor estado de engrasamiento (Latif y Owen, 1980; Velasco *et al.*, 2000)

Otros autores, como Horcada *et al.* (1998), no han encontrado diferencias debidas al sexo en los rendimientos a la canal ni en corderos lechales lachos, ni en corderos ternascos rasos. Vergara *et al.* (1993) tampoco encontraron diferencias entre sexos en los rendimientos verdadero ni comercial en corderos de raza Manchega sacrificados a pesos más altos (25 Kg).

Las pérdidas por refrigeración halladas en nuestro estudio son más elevadas (4.78% de media) que las obtenidas por Vergara *et al.* (1993), con un 2.2% y Ruiz de Huidobro (1992) con un 3.2% en corderos Manchegos, que posiblemente es debido a que los pesos de sacrificio de sus animales fueron mayores y por lo tanto más engrasados y con mayores espesores dorsales. Velasco *et al.* (2000) obtuvieron también observaron este fenómeno en sus animales.

La grasa de cobertura protege a la canal de una excesiva pérdida de agua que se produce por la evaporación durante el oreo.

En cuanto al efecto de los factores estudiados, se observa que las pérdidas por refrigeración han sido mayores en los corderos que se sacrificaron a un menor peso y en los machos respecto de las hembras, como consecuencia de su menor engrasamiento y menor espesor de grasa subcutánea. Resultados similares han sido obtenidos por Kirton y Barton (1962), Sierra *et al.* (1973), Sañudo y Sierra (1982). Por otra parte, Guía y Cañeque (1992), Pérez *et al.* (1994) y Velasco *et al.* (2000), no han

evidenciado efectos del sexo sobre las pérdidas por refrigeración, sin embargo estos últimos autores obtuvieron diferencias entre los corderos de 10 y 12 Kg, siendo los últimos los que presentaron menores pérdidas por oreo (4.27 frente a 4.68) debido a su mayor engrasamiento.

## 1.2. QUINTO CUARTO

La proporción media de despojos respecto del peso vivo (39.25%) es mayor que la encontrada por Delfa (1992) para corderos lechales (34.6%), pero menor a la encontrada por Velasco *et al.* (2000) en lechales talaveranos (40.91%).

La proporción de los despojos disminuye a medida que aumenta el peso de sacrificio de los corderos, y es debido principalmente a las proporciones de patas y cabeza, que al ser órganos de desarrollo precoz (Hammond, 1966), están en mayor proporción en los corderos sacrificados a pesos más bajos. Resultados similares fueron encontrados por Cañeque *et al.* (1996), en lechales talaveranos, donde observaron que el desarrollo proporcional de la cabeza y patas iba perdiendo importancia al aumentar el peso vivo.

El tracto digestivo no se ha visto afectado significativamente por el peso de sacrificio debido a que todos los animales recibían la misma alimentación, únicamente a base de leche. Aunque puede observarse una tendencia hacia un mayor contenido digestivo y una mayor proporción de estómagos al aumentar el peso vivo, que puede ser debido al inicio del consumo de alimentos sólidos procedentes de la ración de las madres.

El efecto del sexo sobre los componentes de quinto cuarto se manifiesta en la proporción de patas y cabeza, que estuvieron en menor proporción en las hembras al ser estas más precoces que los machos, estos además presentaron mayores proporciones de sangre y asadura.

Las hembras presentan una mayor proporción de digestivo completo, de estómago y de las grasas relacionadas (omental y mesentérica). Esto indica que los machos están menos desarrollados que las hembras para este peso de sacrificio, confirmando la precocidad de estas.

En cuanto a las grasas asociadas al aparato digestivo, se ha obtenido respecto al peso vivo un 2.29% para las hembras y un 1.74% para los machos de grasa omental y mesentérica conjuntamente, lo que indica un engrasamiento alto derivado de la alimentación láctea (alta concentración en energía y grasa).

López (1987) en corderos de raza Lacha, encontró que las grasas omental y mesentérica representaron un 1.94% en las hembras, mientras que Valls (1980) en corderos de raza Gallega (rústica y de pequeño formato) obtuvo unas cantidades mayores. Esto confirma lo descrito por Wood (1982) sobre la influencia que el tamaño adulto de la raza y el estado de madurez en que se encuentra el cordero, tienen sobre el contenido adiposo.

El peso de sacrificio no influyó ni en la proporción de grasa omental ni en la mesentérica respecto al peso vivo vacío. Velasco *et al.* (2000) en lechales tampoco encontraron diferencias entre los pesos de sacrificios estudiados.

Por el contrario el sexo muestra un efecto significativo sobre estas grasas, estando ambos depósitos en mayor proporción en las hembras. Muchos autores han obtenido diferencias entre sexos en las grasas omental y mesentérica (Velasco *et al.*, 2000), así Horcada (1996), en corderos lechales de raza Lacha sacrificados a 11 Kg, señala diferencias en la grasa omental entre sexos, presentando las hembras un 1.44% de grasa omental respecto al peso vivo vacío y un 0.95% los machos. La mayor precocidad de las hembras frente a los machos, y que la grasa omental muestre un coeficiente de alometría  $b < 1$ , es decir, de desarrollo precoz, explica las diferencias entre sexos.

### 1.3. ENGRASAMIENTO DE LA CANAL

#### 1.3.1. MEDIDAS OBJETIVAS

En cuanto a las medidas objetivas de engrasamiento, la media del espesor dorsal ha sido de un 2.11 cm y de la proporción de grasa pelviorrenal total un 1.51%.

Sañudo *et al.* (1997) comparando corderos machos lechales de varias razas, hallaron espesores dorsales de 1.6 mm para los manchegos y de 2.2 mm para los churros (aunque estas diferencias no fueron significativas), y unas proporciones de grasa pelviorrenal de 1.46% para los de raza Manchega y 2.21% para los de raza Churra debido a la mayor precocidad de la última.

Estos valores son muy similares a los encontrados en los machos de nuestro estudio, para el espesor de grasa subcutánea (1.66 mm), e incluso los valores son menores para la proporción de grasa pelviorrenal (2.17%), no obstante, son inferiores a los obtenidos para las hembras de nuestro trabajo (2.57 mm y 2.59% respectivamente).

A pesar del bajo peso de sacrificio de los corderos, las canales presentaron un nivel de engrasamiento medio, derivado de la alta concentración en materia grasa y energía de la alimentación láctea recibida.

### 1.3.2. VALORACIÓN VISUAL DEL ESTADO DE ENGRASAMIENTO

En la clasificación subjetiva del engrasamiento de las canales se aprecia que según la escala de Colomer la mayor parte de los corderos quedan clasificados en la clase 1 (63.27%), estando el resto clasificados en la clase 2, siendo la media un 1.38.

Al utilizar la escala Europea para canales ligeras, nuestros corderos quedaron clasificados entre las categorías 1 (46.94%) y 2 (53.06%), con una media de 1.53. Sánchez *et al.* (1998), en canales de lechazo de Castilla, obtuvieron la mayor parte de sus canales (76.7%) clasificadas en la clase 2 de engrasamiento, lo que indicaría que en general, están más engrasadas que las nuestras, lo que puede ser debido a que eran de raza Churra, más precoces que las Manchegas.

En cambio Serti *et al.* (1994), al clasificar por el mismo método, canales de corderos de menos de 7 Kg, obtuvieron la mayor proporción de ellas en la categoría 3 de engrasamiento, lo que correspondería a un estado de engrasamiento bastante alto para los pesos utilizados, que los autores atribuyeron a la precocidad de las razas empleadas. En el mismo trabajo al clasificar canales de 7-13 Kg de peso, la mayor parte de ellas estuvieron clasificadas en la categoría 2 de la misma escala de engrasamiento y procedían de razas de menor precocidad.

Cuando los corderos son clasificados según la escala nueva propuesta, el 16.33% quedan clasificados en la clase 1, el 42.86% en la clase 2 y el 40.81% en la clase 3, estando la media en un 2.31.

En cuanto a las diferencias entre las clases de engrasamiento según las distintas escalas estudiadas, se aprecia que los pesos de canal más bajos correspondieron a las categorías menores de engrasamiento, en la clasificación Europea y en la nueva propuesta, confirmando la idea de que las canales más pesadas son las más grasas. Así la media del peso de la canal fría en la categoría 1 de engrasamiento es de 5.87 y 5.19, y en la categoría 2 de 6.87 y 6.18 Kg, para la escala europea y la nueva propuesta respectivamente. En esta última escala la categoría 3 ha tenido un peso medio de 7.12 Kg. No obstante se han encontrado canales clasificadas en categorías superiores de

engrasamiento cuyo peso sería similar a la media del peso canal de categorías inferiores y viceversa. Por otro lado para el sistema de clasificación según Colomer, no se han observado diferencias significativas entre los PCF de las dos categorías de engrasamiento.

Los tres sistemas de clasificación discriminaron bien la composición tisular de la canal, y principalmente la proporción de grasa, de manera que para el sistema nuevo propuesto, las tres categorías de engrasamiento, se correspondieron con tres proporciones significativamente ( $P \leq 0.001$ ) distintas de grasa total (10.60% para la clase 1, 16.11% para la 2 y 19.50% para la 3). En cuanto a la clasificación según Colomer y según el sistema Europeo para canales ligeras, se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.001$ ) en la proporción de grasa total para las dos clases de engrasamiento (15.06% y 13.80% respectivamente para la clase 1 y 19.26% y 19.02% respectivamente para la clase 2).

La proporción de grasa subcutánea, que es la principalmente valorada con la apreciación visual del engrasamiento, ha aumentado en más de un 2%, por cada incremento en la categoría de engrasamiento, para los tres sistemas de clasificación estudiados, pasando en la escala nueva propuesta de un 4.51% de la clase 1, a un 7.26% de la clase 2 y a un 9.60% de la clase 3. La grasa intermuscular también se ha visto incrementada al pasar de clases más magras a más grasas (4.11%, 5.67% y 6.07% para las clases 1, 2 y 3 de la escala nueva propuesta y 4.88% y 6.20% para las clases 1 y 2 de la escala europea).

La proporción de músculo contrariamente a lo que ocurría con la proporción de grasa, es mayor para la clase 1 de engrasamiento que para el resto, tanto en la clasificación nueva propuesta (59.39% frente a 53.41% y 53.08%) como en la Europea (54.76% frente a 52.88%). En la clasificación según Colomer no se observan diferencias significativas.

En cuanto a la proporción de hueso se ha apreciado que las canales clasificadas como más magras son las que presentaron una mayor proporción de hueso en los tres sistemas de clasificación.

Sañudo *et al.* (2000) en un estudio sobre la calidad de la carne de las diferentes clases de engrasamiento utilizando la escala europea, encontró igualmente que las distintas categorías de engrasamiento discriminaban bien la composición tisular de la espalda. Así para las 4 categorías de engrasamiento en las que quedaban clasificadas sus canales, la grasa subcutánea se incrementaba en un 2% y la grasa total en un 3% por cada incremento en la

categoría de engrasamiento. En músculo en cambio disminuyó en 2 puntos y el hueso en 1. Concluyendo que este sistema de clasificación puede predecir la composición de la canal en corderos ligeros.

La cantidad de músculo y grasa aumenta al hacerlo la categoría de engrasamiento esencialmente en la escala nueva propuesta y en la Europea, que es debido principalmente al mayor peso de las canales clasificadas en las categorías superiores. En cambio la cantidad de hueso se ve menos afectada en las tres clasificaciones, solamente para la escala nueva propuesta se observa que las canales clasificadas en la clase superior de engrasamiento, muestran una mayor cantidad de tejido óseo.

El espesor de grasa dorsal se ha visto incrementado con el aumento de la categoría de engrasamiento en las tres escalas de clasificación, pasando de 1.72 mm a 2.68 mm en la escala de Colomer, de 1.40 mm a 2.66 mm en la escala europea, y de 0.96 mm a 1.84 mm y a 2.76 mm en la escala nueva propuesta. Por lo que se confirma la idea de que las canales han estado de manera general, bien clasificadas en cuanto a la apreciación subjetiva de la grasa de cobertura.

En la clasificación según Colomer, no se observaron diferencias significativas entre las dos categorías de engrasamiento, para proporción y la valoración visual de la grasa pelviorrenal. En cambio, en los otros dos sistemas utilizados, se observa un aumento de la proporción y la puntuación de grasa pelviorrenal con el aumento en la escala de engrasamiento (de 4.53% a 6.16% en la escala europea y de 3.14% a 5.39% y a 6.30% en la escala nueva propuesta).

Por lo tanto podría decirse, que la clasificación de las canales en las clases superiores de engrasamiento, se corresponde realmente con una mayor proporción de grasa subcutánea y total que son los parámetros principalmente valorados. No obstante, existe cierto número de canales que no son bien discriminadas según la composición tisular, en función de su estado de engrasamiento. Así por ejemplo, en la escala nueva propuesta, existía una canal clasificada en la clase 2 (máximo) con una proporción de 21.8% de grasa total, que sería incluso una proporción mayor a la media de la clase 3. Lo mismo ocurre para los demás parámetros y los sistemas de clasificación estudiados. También existen canales que teniendo un espesor graso bastante importante han sido clasificadas en clases bajas de engrasamiento. Así para el sistema Europeo de clasificación, una canal con un espesor dorsal de 3.17 mm

(máximo) ha quedado clasificada en la categoría 1 de engrasamiento, lo mismo ha ocurrido en los otros sistemas de clasificación.

Esto podría ser debido a un mal faenado de la canal que puede haber hecho que parte de la grasa de cobertura en determinadas regiones, haya sido retirada junto con la piel. Otra posible causa, es haber realizado las clasificaciones sobre las fotografías de las canales, que ha podido dar lugar a un mayor error por causas ajenas a las mismas (brillos, sombras...).

Ninguna de las escalas utilizadas en solitario es capaz de diferenciar con absoluta exactitud la composición tisular, por lo que habría que tomar en consideración otras variables que mejoren la precisión.

### 1.3.3. EFECTO DEL SEXO Y PESO DE SACRIFICIO

En relación al efecto del peso de sacrificio, se observa un aumento del engrasamiento de la canal, valorado subjetivamente, con el incremento de peso vivo, que se corresponde con el aumento del espesor dorsal. Esto se aprecia principalmente al utilizar la escala nueva propuesta y la escala Europea para canales ligeras. Al utilizar la escala de Colomer no se observan diferencias significativas en el engrasamiento entre los pesos vivos, (que realmente se corresponderían a mayores espesores dorsales) debido a que el rango de pesos de la escala es muy amplio y las canales de pesos bajos quedarían la mayor parte, englobadas en la categoría más baja de engrasamiento.

Velasco *et al.* (2000), encontraron también un aumento significativo del engrasamiento de los corderos al pasar de 10 a 12 Kg de peso, que aunque se trataba de corderos jóvenes, ya comenzaron a desarrollar de forma importante el tejido adiposo. Jeremiah *et al.* (1997b) afirmaron que el espesor de grasa subcutánea se incrementó con el peso de sacrificio en corderos jóvenes (menos de 9 meses de edad), observando también un mayor espesor dorsal en las hembras que en los machos.

Como se puede observar en los resultados, existe una influencia notable del sexo sobre todos los parámetros tanto objetivos como subjetivos de engrasamiento, mostrando las hembras valores mayores que los machos para todas las medidas.

Esto es debido por una parte a la mayor tendencia al engrasamiento de éstas que ya empieza a manifestarse a pesos bajos, y por otra a que las hembras fueron sacrificadas a una edad mayor que los machos para alcanzar el mismo peso vivo.

Horcada *et al.* (1998) en corderos lechales sacrificados a 11 Kg de peso observaron diferencias entre machos y hembras en cuanto al espesor dorsal encontrando unos valores de 1.6 mm y 2.10 mm respectivamente. Las diferencias entre sexos ( $P \leq 0.05$ ) fueron algo menores a las encontradas en este trabajo, ya que la edad de sus corderos lechales, fue prácticamente la misma para ambos sexos. También observaron que las diferencias entre machos y hembras para el engrasamiento, fueron más importantes para los lechales (de raza Lacha) que para los ternascos (de raza Rasa Aragonesa).

Velasco *et al.* (2000), no encontraron diferencias en cuanto al espesor de la grasa subcutánea, ni en la valoración subjetiva entre machos y hembras, aunque sí en la cantidad y proporción de la grasa pelvicorrenal. Tampoco Vergara *et al.* (1999a), observaron diferencias en cuanto a sexos en la apreciación subjetiva del estado de engrasamiento para corderos Manchegos de pesos más altos.

Las diferencias en el engrasamiento sobre todo entre sexos, están asociadas a la distinta eficiencia en la asimilación proteica y a la diferente composición de la ganancia de peso que tienen los machos y las hembras a lo largo del crecimiento (Robelin y Theriez, 1981). Los machos exhiben unos mayores índices de retención de nitrógeno, y por lo tanto, desarrollan proporcionalmente más tejido muscular que adiposo que las hembras (Lobley *et al.*, 1990).

#### 1.4. CONFORMACIÓN

La conformación de la canal fue descrita por Butterfield (1988) como "la valoración visual del espesor del músculo y grasa en relación al tamaño del esqueleto". Por lo que en principio las canales de conformación superior van a presentar mayor cantidad de carne magra, y una mayor proporción de piezas de primera categoría que los animales peor conformados (Nsoso *et al.*, 2000).

Las canales mejor conformadas presentan unos perfiles convexos que la dan una sensación de redondeada y compacta, siendo estas las preferidas por los consumidores y por tanto las de mayor precio.

Las canales de los corderos lechales al ser animales de bajo peso presentan perfiles rectos y cóncavos, es decir son canales de conformación pobre, que en los sistemas antiguos de clasificación eran devaluadas por esta circunstancia. Actualmente para la valoración de los corderos de peso bajo (menos de 7 Kg) no se tiene en cuenta la puntuación subjetiva de la conformación, clasificándose los corderos solamente por su engrasamiento,

color de la carne y peso canal. No obstante es interesante estudiarlo a nivel experimental.

Los valores de las medidas de conformación encontradas en nuestro estudio para los corderos de 14 Kg, han sido similares a las encontradas por Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993b) para los corderos de tipo lechal, sacrificados a 15 Kg de peso, aunque evidentemente son inferiores a las obtenidas por estos autores en corderos sacrificados a 25 y 35 Kg.

Sañudo *et al.* (1997), observaron al comparar lechales de distintas razas (Churras, Castellanas y cruces con Awassi), que las canales de manchegos serían en cuanto a su conformación y engrasamiento, las más deseables para en mercado español, no obstante el resto de genotipos también fueron comercialmente aceptables. Los valores obtenidos en su estudio fueron parecidos o ligeramente inferiores a los nuestros, para pesos de sacrificio similares.

Osorio *et al.* (1993), comparando ternascos de varias razas, señalaron que las canales manchegas eran las más compactas (PCF/L), pero al estudiar la compacidad referida a la morfología del tercio posterior (G/F), los manchegos descendían fuertemente ya que presentaban una medida F elevada.

La conformación de las canales de los corderos Manchegos mejora en gran medida, según se incrementa el peso de sacrificio, observándose que este incremento, es más importante en las determinaciones transversales que en las longitudinales, y se ve reflejado en el aumento de las relaciones G/F y  $Wr/Th$  con el peso. Por lo tanto las canales procedentes de corderos de mayor peso son más redondeadas ( $Wr/Th$  es mayor), y la pierna es más compacta (G/F también aumenta), que las procedentes de los corderos de peso más bajo. También la relación peso/longitud de la canal, aumenta significativamente a medida que se incrementa el peso, es decir, se hace más compacta.

Jeremiah *et al.* (1997b), encontró que la puntuación de la conformación se incrementaba con el aumento del peso de sacrificio.

Otros autores: Boccard *et al.* (1964), Maseda *et al.* (1984), López de la Torre *et al.* (1984), Guía y Cañeque, (1992), han encontrado igualmente, que los valores absolutos de las medidas de la canal, crecían de forma desigual según aumenta el peso de esta, es decir, hubo un aumento relativamente mayor de los diámetros transversales con respecto a los diámetros longitudinales, que implicaba un ensanchamiento generalizado de la canal y por tanto una mejoría del estado de conformación. En corderos de raza Merina sacrificados a pesos mayores, Domenech *et al.* (1986) obtuvieron resultados

similares, observando un aumento del índice de compacidad de la canal cuando se incrementaba el peso canal, en cambio no ocurrió lo mismo con los cocientes G/F y Wr/Th, en este último los valores más altos correspondían a las canales de menor peso.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993b), en corderos sacrificados en un rango de pesos que van del lechal al cordero precoz, hallaron una mejora de la conformación con el incremento de peso, aunque afirmaban que las medidas conformacionales obtenidas en cada uno de los tipos comerciales, quedaban lejos de los valores propios de razas de aptitud netamente cárnica obtenida por otros autores (Aparicio *et al.*, 1978 (Suffolk × Manchego); Valls *et al.*, 1978 (Fleischschaf × Rasa Aragonesa); Espejo *et al.*, 1982 (Romanov × Merino); Sierra *et al.*, 1992 (razas extranjeras)).

La mejor puntuación subjetiva de la conformación de la canal, esta relacionada con un mayor desarrollo del miembro pelviano, y una mayor anchura de grupa (G) (Hammond, 1966; Lanza *et al.*, 1979; Vicenti *et al.*, 1993).

Los machos y las hembras presentaron medidas análogas de conformación, sin observarse influencia significativa del sexo, conforme con lo encontrado por Guía y Cañeque (1992), en corderos sacrificados a pesos mayores, y Velasco *et al.* (2000) en corderos lechales, de raza talaverana. Estos resultados confirman lo observado por Cabrero (1991) y Falagan y García de Siles (1986), quienes indican que a peso de canal constante, no hay diferencias entre las medidas de conformación entre sexos.

Según la afirmación realizada por Nsoso *et al.* (2000), las canales mejor conformadas presentarían mayores proporciones de piezas de primera categoría y mayor proporción de músculo respecto a las peores conformadas. En nuestro estudio la conformación ha estado influida por el peso de sacrificio, no observándose ninguna influencia en cuanto al sexo. No obstante los corderos mejor conformados no han presentado mayores proporciones de músculo y aunque la proporción de piezas de primera categoría ha sido mayor, las diferencias han sido pequeñas (no más del 1%). Por tanto la conformación no debería ser un factor importante a la hora de valorar las canales.

## 1.5. COMPOSICIÓN REGIONAL

Las regiones en las que queda dividida la canal tras el despiece, alcanzan distinto valor en el mercado en función de su clasificación comercial, la cual se realiza según la composición tisular, las características organolépticas de la carne... Por lo tanto la composición regional de la canal va a constituir un índice de valoración de la calidad de la misma.

Las piezas que representan una mayor proporción en la media canal, han sido la pierna con un 33.72%, el costillar con un 21.51% y la espalda con un 20.04%.

Sañudo *et al.* (1997) en lechales Manchegos, obtuvieron unas proporciones de 31.79% para la pierna, 23.38% para el costillar y 19.81% para la espalda. Cuando compararon los lechales Manchegos con otros genotipos, observaron que estos presentaban mayores proporciones de pierna que los Churros (29.67%), y menores de lomo que los Castellanos (7.61%).

El efecto del peso de sacrificio sobre la proporción de piezas de la canal es ligero y se observa en la región del costillar, que aumenta su proporción, en los corderos de mayor peso. Esto demuestra que el costillar en una pieza de desarrollo tardío, como también fue observado por Ruiz de Huidobro (1992) en corderos de la misma raza.

Velasco (1999), encontró resultados similares para los lechales talaveranos, alcanzando a los 10 Kg de peso un 21.47% para el costillar respecto a la media canal, y a los 12 Kg, este porcentaje se incrementó hasta un 21.79%.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993b), encontraron mayores diferencias en las proporciones de las distintas regiones con el peso de sacrificio, así los porcentajes de pierna y espalda disminuyeron, los de costillar y el badal aumentaron, y los de cuello y bajos aumentaron muy poco. Las mayores diferencias por ellos observadas, podrían deberse al mayor contraste entre los pesos de sacrificio utilizados en su estudio (15, 25 y 35 Kg de peso).

Guía y Cañeque (1992), también observaron en corderos Talaveranos, que las proporciones de lomo, bajos y rabo aumentaban, mientras que las de pierna y espalda disminuían con la edad, coincidiendo con otros autores (Aparicio *et al.*, 1987; Colomer-Rocher, 1986).

En nuestro estudio, las diferencias entre sexos en la proporción de piezas de la media canal izquierda se evidencian en la región del costillar, donde las hembras presentan una mayor proporción que los machos, así como

en la espalda cuello y badal, donde fueron los machos los que obtienen una mayor proporción.

El mayor desarrollo del costillar de las hembras, demuestra la mayor precocidad de estas en el desarrollo de las piezas adiposas, mientras que de las piezas musculosas (espalda, badal y pierna, esta última de forma no significativa), presentaron mayor proporción los machos. Las diferencias afectan fundamentalmente, al tercio anterior de las canales, e indican que esta zona está más desarrollada en los machos que en las hembras de este tipo comercial. El mayor desarrollo puede ser debido al efecto del dimorfismo sexual, puesto de manifiesto por Boccard *et al.* (1962) y corroborado con los resultados obtenidos por Olleta *et al.* (1992) en la raza Churra tensina.

Estos resultados concuerdan en general con los obtenidos por Velasco (1999) en lechales talaveranos, y Guía y Cañeque (1992), en corderos de la misma raza sacrificados a pesos mayores, donde las diferencias entre sexos fueron observadas en las regiones del costillar y del lomo a favor de las hembras y en la del cuello a favor de los machos (Sierra, 1974a; Saez y Sañudo, 1970; Thos *et al.*, 1980).

En cuanto a la agrupación de las piezas en categorías, se observa que el aumento de peso de las canales, implica un ligero incremento en el valor relativo de las piezas de primera categoría, lo que es debido especialmente a la región del costillar. Las diferencias que manifiestan los resultados a nivel porcentual, no son muy notorias, mostrando que una canal más ligera puede tener la misma calidad en función de su composición regional y cortes comerciales que una de mayor peso. Serti *et al.* (1994) también mostraron que la menor proporción de piezas de primera categoría, correspondía a los pesos de canal más bajos.

La influencia del sexo fue más notoria, así las hembras presentan una mayor proporción de trozos de 1ª categoría y por tanto mayor valor comercial que los machos.

## 1.6. COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL

Uno de los criterios que determinan la calidad de la canal es la composición tisular de la misma, es decir la cantidad de músculo, grasa y hueso que esta nos aporta. Así una canal de superior calidad se caracteriza por su alta proporción de músculo, baja de hueso y un nivel óptimo de grasa, estando los consumidores dispuestos a pagar un precio más alto por estas.

Los corderos de nuestro estudio al tratarse de animales jóvenes presentan una proporción elevada de hueso (23.60%) y baja de grasa (16.58%), si son comparados con animales de mayor peso-edad. Así los valores obtenidos por Vergara *et al.* (1994), en un estudio sobre corderos de la misma raza y con el mismo tipo de alimentación, pero sacrificados a 25 Kg de peso vivo, fueron menores para la proporción de hueso (15.9%) y mayores para la de grasa (26.9%), siendo la proporción de músculo de 54.9%.

Por otro lado Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994a) en corderos lechales Manchegos machos sacrificados a 15 Kg de peso, encontraron mayores proporciones de músculo (59.43%), menores de hueso (20.61%) y similares de grasa (17.04%), presentando al contrario que en nuestro caso, mayores proporciones de grasa intermuscular (8.43%) que de subcutánea (5.94%).

Las diferencias observadas en cuanto al peso vivo, han afectado solamente al tejido óseo cuya proporción disminuye al aumentar dicho peso. Además se aprecia que la proporción del hueso metacarpiano respecto al peso de la canal fría, también es menor para animales de mayor peso, a pesar de que en estos corderos se observa una mayor longitud de dicho hueso al ser animales de mayor talla. Vigneron *et al.* (1986), también señalaron que el porcentaje de hueso disminuía a medida que aumentaba el peso de la canal, ya que el coeficiente de alometría de este tejido es  $b < 1$ .

Otros autores han encontrado una influencia mayor del peso de sacrificio o la edad en la composición tisular de la canal. Guía y Cañeque (1992), en corderos sacrificados a unos rangos de pesos que van desde los 13 a los 37 Kg, observaron que la proporción de músculo se mantenía mas o menos constante (55-60%), la grasa presentó una evolución creciente (17-29%) y el hueso una tendencia decreciente con la edad.

Mahgoub y Lodge (1994), en corderos sacrificados a 18, 28 y 38 Kg de peso, señalan que el contenido de músculo, grasa y hueso aumenta cuantitativamente con el peso de la canal, no ocurriendo lo mismo con los porcentajes, ya que al estar en proporciones relativas, el mayor acúmulo de uno de los componentes, en este caso la grasa cuya proporción se incrementa con la edad, hace que la proporción de músculo y hueso disminuyan.

Las mayores diferencias encontradas por estos autores en comparación con nuestros trabajos, son debidas posiblemente a los mayores rangos de pesos estudiados en sus experiencias, siendo en nuestro caso las diferencias solamente de 4 Kg entre los pesos extremos de sacrificio.

En cuanto a las relaciones entre los tejidos M/H y M/G, nos proporcionan una buena información de la composición tisular de la canal, que será más comercial y mejor aceptada por el consumidor, cuanto mayor sea la primera relación. La segunda relación debe estar en la justa medida para que la carne presente la sapidéz y jugosidad que demanda el consumidor.

En nuestro trabajo, aunque las diferencias no han sido significativas, se puede observar una tendencia hacia un incremento del cociente M/H y una disminución del M/G con el aumento del peso de sacrificio, confirmándose por tanto la mayor precocidad del tejido óseo frente al muscular, y el desarrollo tardío del tejido adiposo. Hammond (1932), determinó que cronológicamente el primer tejido en desarrollarse era el óseo seguido del muscular, siendo el tejido adiposo el más tardío.

Para Butterfield (1988) la relación M/H varía entre 2:1 al nacimiento, 3:1 al 10% de madurez y 4:1 al 60% de madurez. Aparicio *et al.* (1986b), Mahgoub y Lodge (1994), y Velasco *et al.* (2000), también observaron que la relación M/H aumenta con el peso de sacrificio, es decir, la cantidad de magro aumenta en mayor medida que el hueso con el incremento del peso canal.

Guía y Cañeque (1992), señalaron que el cociente M/G disminuía a medida que se incrementaba el peso o la edad (de 13 a 37 Kg), pasando de 3.30 hasta 1.90, mientras que el M/H segundo aumentaba desde 2.20 hasta 3.60.

También la relación grasa subcutánea/grasa intermuscular aumenta con el peso de sacrificio, debido a que la grasa subcutánea es un depósito de desarrollo más tardío que el intermuscular, como señala Wood *et al.* (1980).

El efecto del sexo sobre la composición tisular de la canal ha sido más importante, así la mayor precocidad de las hembras frente a los machos, se ve reflejada en una menor proporción de hueso y músculo, y mayor proporción de grasa que estos. Numerosos autores han mostrado esta circunstancia en ganado ovino, en animales de diversas razas y rangos de peso (Pálsson y Verges, 1952; Mahgoub y Lodge, 1994; Teixeira *et al.*, 1996; Vergara *et al.*, 1999a y Velasco *et al.*, 2000).

La mayor proporción de grasa a favor de las hembras, ha sido debida principalmente a la proporción de grasa subcutánea, que para los machos es de 6.32% frente al 9.52% de las hembras. Velasco (1999) en corderos lechales de raza Talaverana obtuvo valores similares con un 7.20% para los machos y 9.07% para las hembras.

Estos resultados están en concordancia con lo observado en las medidas de engrasamiento tomadas en la canal, que señalaban un mayor engrasamiento de las canales de las hembras, y con lo encontrado para el hueso metacarpiano cuya proporción es mayor en los machos, aunque su longitud no es significativamente mayor que en las hembras.

Por el contrario López (1987), en lechales de la raza Lacha, obtuvo mayores acúmulos grasos en los corderos machos, aunque señalaba que constituye un hecho inusual en la especie ovina.

En nuestro estudio la relación M/G ha estado afectada significativamente por el sexo de los corderos en favor de los machos (4.25 frente a 2.85), al presentar estos unas menores proporciones de grasa. De la misma manera, Velasco *et al.* (2000) en corderos lechales, obtuvieron mayores valores de este cociente en los corderos macho (2.98 frente a 2.55). La relación grasa subcutánea/grasa es mayor para las hembras, debido a que presentan un mayor desarrollo de la grasa de cobertura que los machos (1.15 frente a 0.91).

López (1987) obtuvo valores de 2.21 y 3.66 para las relaciones M/H y M/G no apreciando diferencias entre sexos. En nuestro caso se han obtenido valores similares para la relación M/H, aunque si se ha observado un efecto del sexo, siendo este cociente mayor para las hembras (2.37 frente a 2.21), debido que estas presentan menor proporción de hueso que los machos. A la misma conclusión llegaron Vergara *et al.* (1999a) también en corderos de raza Manchega pero sacrificados a pesos más altos.

Para Guía *et al.* (1985) el desarrollo del tejido muscular respecto al óseo en los pesos de sacrificio del tipo comercial lechal está más acentuado en las hembras, reflejándose en su mayor cociente M/H.

Las diferencias observadas en la composición tisular entre peso-edad y sexo, son debidas a diferencias en el grado de desarrollo del animal que influye notablemente sobre la proporción de los distintos tejidos tanto a nivel general de la canal como a nivel regional, ya que cada tejido madura fisiológicamente a distintas velocidades.

## 1.7. COMPOSICIÓN TISULAR DE LAS PIEZAS

Las piezas, resultado del despiece de las canales, adquieren distinto precio en el mercado según la categoría a la que pertenecen, lo que está justificado en parte por su composición tisular. Generalmente los consumidores

de cordero lechal adquieren piezas enteras con todos sus tejidos pagando tanto por el músculo como por la grasa y el hueso.

En los corderos de nuestro estudio las piezas que presentan una mayor proporción de músculo respecto al peso de la pieza son la pierna, espalda y badal por este orden. Las que presentan mayor proporción de grasa son los bajos y el costillar, y las de mayor proporción de hueso son el cuello y el badal, lo que coincide con lo encontrado por Cantero *et al.* (1996) en corderos lechales de 10-12 Kg.

En cambio Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994a) en corderos lechales machos de la misma raza, hallaron en cuanto a la proporción de músculo, que las mismas piezas fueron las más musculosas pero en diferente orden. El badal con un 65.13% fue la que presentó mayor porcentaje de músculo, seguido de la pierna con un 63.73% y la espalda con un 61.25%. Las piezas más grasas coincidieron con las de nuestro estudio con un 32.66% de los bajos y un 27.12% en el costillar, siendo las de mayor proporción de hueso el cuello (25.68%) y la espalda y la pierna con proporciones similares (22.76 y 22.65% respectivamente).

La composición tisular de la espalda ha sido similar a la de la región de la pierna aunque con unas proporciones algo menores de músculo y mayores de hueso y grasa, por lo que desde este punto de vista, no debería ser considerada como pieza de segunda categoría. Esto también ha sido manifestado por diversos autores (López, 1987 y Cantero *et al.*, 1996), estando, en todo caso, justificada su diferente clasificación por la terneza de las piezas.

El costillar pese a estar clasificada como pieza de primera categoría, presenta una elevada proporción de grasa en detrimento del resto de tejidos, aunque en general la grasa renal se retira de la canal mejorando así la proporción del resto de tejidos de la pieza.

El tejido óseo es el que muestra una menor variabilidad entre las piezas, siendo los rangos del porcentaje de hueso de 20-28.9% en machos y 17-27.3% en hembras. Por el contrario el tejido que presenta mayor variabilidad es el adiposo siendo el rango en los machos de 9-30.3% y en las hembras de 12.11-36%. López (1987) observó que la grasa y principalmente la subcutánea, fue el tejido más variable dentro de cada pieza y además fue el que presentó menor semejanza entre piezas.

Al igual que lo encontrado en la composición tisular de la canal, el peso de sacrificio, muestra una menor influencia que el sexo sobre los tejidos de las

distintas regiones. Los tejidos de la región del costillar son los que están en mayor medida afectados por el peso de sacrificio, coincidiendo con la influencia que este factor ha tenido sobre la proporción de esta pieza.

El peso de sacrificio manifiesta un efecto significativo sobre el tejido adiposo de la pierna, costillar y espalda, observando un aumento del mismo con el peso de sacrificio, como corresponde a un tejido de desarrollo precoz. También influye sobre el porcentaje de hueso del cuello y del costillar, que disminuye con el peso de sacrificio, siguiendo la misma tendencia que en la canal.

Cantero *et al.* (1996) observaron la influencia de este factor sobre la composición tisular de un mayor número de piezas, así en el badal, espalda, costillar y pierna, obtuvieron una menor proporción de hueso en los animales más pesados. También apreciaron diferencias en la proporción de grasa la pierna, espalda y bajos a favor de los animales de mayor peso.

La pierna, espalda y badal son las piezas con unas relaciones M/G y M/H más altas y por tanto más favorables, y el costillar también lo es desde el punto de vista de la relación M/H.

El análisis de las relaciones M/H, M/G y GS/GI a nivel de pieza, siguen una evolución similar a la observada respecto a la media canal. La relación M/G disminuye con el aumento de peso canal de manera significativa en la pierna y el costillar. La relación M/H no ha estado influida por el peso de sacrificio en ninguna de las regiones, confirmando lo obtenido por Cantero *et al.* (1986). En cambio Aparicio *et al.* (1986b) en corderos sacrificados a pesos más altos encontró que este cociente aumentaba en las regiones de la pierna y chuletas de aguja con el incremento del peso de sacrificio.

En nuestro estudio, el cociente entre el tejido adiposo subcutáneo y el intramuscular aumenta con el peso de sacrificio, advirtiéndose que la mayor precocidad del primero se observa principalmente en la región de la pierna que es una pieza de desarrollo precoz.

Al realizar el estudio de la influencia del sexo sobre la proporción de magro de las piezas, se observa que los machos tienen un mayor desarrollo muscular en la espalda y el cuello que las hembras. Para Buttler-Hogg *et al.* (1986), los corderos machos presentaron un mayor desarrollo del músculo de las regiones del cuello y la espalda, que para Wood *et al.* (1986), es consecuencia de la respuesta de determinados músculos localizados en esas regiones (músculo *Rhomboideus* y el músculo *Splenius cervicus*) a la acción de la testosterona.

No obstante las diferencias encontradas no son muy grandes ya que cuando las comparaciones se hacen en animales jóvenes, las diferencias en la distribución de músculo entre sexos son pequeñas (Jury *et al.*, 1977; Butterfield *et al.*, 1984).

Las hembras presentan en todas sus piezas una mayor proporción de grasa y menor de hueso que los machos, como consecuencia de su mayor precocidad. Considerando el tejido adiposo en sus depósitos, el subcutáneo es el que muestra mayores diferencias en cuanto a sexos, predisponiendo este factor a un mayor depósito de cobertura en las hembras, principalmente en las regiones de la pierna, costillar, espalda y bajos. La grasa intramuscular por contra, esta menos condicionada por el factor sexo, aunque se observa una mayor proporción en la pierna y espalda de las hembras.

El sexo ha mostrado el mismo efecto en las relaciones M/G, M/H y GS/GI de las piezas que en la media canal en su conjunto. Presentando igualmente un mayor cociente M/G las piezas de los machos y un mayor cociente M/H las piezas de las hembras y especialmente en la pierna y costillar donde lo hacen de manera significativa.

La relación GS/GI es superior en el costillar de las hembras, en el resto de piezas se observa una tendencia similar (excepto en el cuello) aunque las diferencias no han sido significativas.

## 1.8. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE TEJIDOS

Las zonas donde se localiza mayor cantidad de músculo del total de la canal son las regiones de la pierna (38.75%), espalda (22.12%) y costillar (18.03%) por ese orden, lo que es debido en parte a que estas piezas son las de mayor peso y proporción relativa de la canal y a que en el caso de las dos primeras regiones, además son las piezas más musculosas (con mayor proporción de músculo respecto de su peso).

Las regiones en las que está distribuida la mayor proporción de grasa han sido el costillar (31.84%), pierna (21.94%) y bajos (20.70%), ya que tanto el costillar como los bajos, han sido las piezas más grasas (muestran una mayor proporción de grasa respecto de su peso), y la pierna por su mayor importancia en la canal. El mayor aporte de grasa al tejido graso total de la canal, ha sido por parte de la grasa renal, ya que al tratarse de animales jóvenes presentan una elevada proporción de esta grasa que es de deposición precoz, como así lo han descrito Bénévent (1971), Vezinhet y Prud'hon (1975) y Ruiz de

Huidobro (1992) en corderos de la misma raza. No obstante se observa que ya empieza a desarrollarse de manera importante la grasa subcutánea, siendo el segundo depósito más importante en la pierna de los machos y en el costillar de las hembras.

Las piezas que contienen mayor proporción de hueso respecto al hueso total de la canal, han sido al igual que para el músculo, las piezas de mayor tamaño, es decir la pierna (33.70%), espalda (21.83%) y costillar (16.90%).

Aparicio *et al.* (1986) observaron que las piezas con mayor proporción de músculo respecto del músculo total de la canal, fueron la pierna, espalda, lomo y chuletas de centro. Para el tejido óseo los máximos porcentajes con respecto a la masa ósea total de la media canal, lo alcanza la pierna seguido de espalda y chuletas de centro. En cuanto a la grasa, solo estudiaron el depósito intermuscular donde los valores máximos los encontraron en la pierna y pecho.

Estos autores no han observado diferencias en la distribución del tejido muscular entre los pesos de sacrificio estudiados, en cambio en nuestros animales se observa que la proporción de músculo aportado por la espalda disminuye al aumentar el peso de la canal. También se puede apreciar que la cantidad de grasa aportada por el costillar aumenta con el peso de sacrificio, debido en parte a que es una región de desarrollo tardío que presenta un mayor desarrollo en los animales de más peso. Este aumento de la grasa es principalmente debido a un incremento del depósito subcutáneo en esta región.

En las regiones del badal y los bajos también se observa la influencia del factor peso sobre la distribución de la grasa, pero de manera contraria que en la región anterior, que es debido en el badal a la disminución de la grasa intermuscular y en los bajos a la disminución de la grasa subcutánea con el peso de sacrificio.

En la pierna no se advierte influencia del peso sobre la distribución de la grasa total, pero al hacer el estudio de este tejido en sus diferentes depósitos, se observa que mientras que el depósito subcutáneo aumenta, el intermuscular disminuye como consecuencia de la precocidad del primer depósito respecto al segundo, como demostró Ruiz de Huidobro (1992) en corderos Manchegos.

Nuevamente el factor sexo ha presentado un mayor efecto en la distribución de músculo y grasa, que el peso de sacrificio. En cambio para el tejido óseo la distribución porcentual del hueso es muy semejante entre machos y hembras, como igualmente observó López (1987) en corderos

lechales, que sugirió que las diferencias entre sexos disminuyen cuando se estima la distribución de este tejido en función del hueso total.

En cuanto al músculo se observa que la mayor riqueza muscular en el tercio anterior en los machos (Butler-Hogg y Brown, 1986), también se ve reflejado en la distribución de este tejido, ya que los machos aportan más músculo respecto del músculo total de la canal, en las regiones del cuello y espalda que las hembras, mientras que estas últimas aportan más músculo que los machos en la región del costillar (pese a que esta región presenta unas proporciones de músculo respecto al peso de la pieza, semejantes para ambos sexos). Por lo que la proporción de magro de los corderos machos, está asociada a una distribución menos deseable que en hembras, ya que la espalda y cuello son piezas de segunda y tercera categoría mientras que el costillar lo es de primera.

El tejido graso respecto de la grasa total, presenta una distribución diferente según el sexo del animal, de manera que las hembras muestran una mayor proporción de grasa distribuida en el costillar que los machos, debido principalmente a la grasa subcutánea y renal. Por contra estos han presentado más grasa distribuida en el badal y los bajos que las hembras, que ha sido debido a la grasa intermuscular. En función de esta distribución puede concluirse que el factor sexo actúa sobre el tejido adiposo predisponiendo a un mayor depósito de cobertura en las hembras. En cambio López (1987) en lechales obtuvo que el mayor desarrollo de la grasa subcutánea fue en los machos y de la grasa interna en las hembras.

## 2. CALIDAD DE LA CARNE

La calidad de la carne ha sido evaluada instrumentalmente a través de la medida del pH, capacidad de retención de agua, color y contenido de colágeno total y soluble.

Los resultados obtenidos muestran que existe una influencia del peso de sacrificio y por tanto de la edad en la calidad de la carne, que se corresponde con cambios profundos en la composición y características metabólicas de los músculos.

El sexo en los animales de nuestro trabajo, muestra una escasa influencia sobre los parámetros de calidad estudiados. Diversos autores han confirmado este hecho, no encontrando diferencias significativas entre machos y hembras en el pH, capacidad de retención de agua o color (Field *et al.*, 1990; Dransfield *et al.*, 1990; Koomaraie *et al.*, 1996).

### 2.1. pH

En los músculos de los corderos de nuestro trabajo se han obtenido unos pHs a las 0 horas de 6.32 y 6.27, y a las 24 horas de 5.57 y 5.73 para el músculo *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus* respectivamente. Según Lawrie (1998) serían valores de pH acordes a lo esperado para la especie ovina, que son ligeramente más elevados que los de otras especies.

Sañudo *et al.* (1997) en corderos lechales de la misma raza sacrificados a los 10 Kg de peso, obtuvieron valores similares a las 24 horas, no apreciando diferencias con el resto de razas estudiadas (Churra, Castellana y cruces con Awassi). McGeehin *et al.*, (2001), tampoco han encontrado diferencias en el pH del músculo de corderos, debidas a la raza.

De acuerdo con Devine *et al.* (1993), los valores del pH último obtenidos en nuestro estudio para los tres pesos, se corresponderían con unos niveles de estrés entre bajo y bajo-medio.

Entre los dos músculos estudiados se han observado diferencias importantes en los valores de pH final y la caída del mismo, así el pH a las 24 horas es mayor para el músculo *Longissimus dorsi* que para el músculo *Semitendinosus*.

Resultados similares fueron encontrados por López (1987) en corderos lechales de raza Lacha, donde el valor de pH último más bajo correspondió al

músculo *Longissimus dorsi* con 5.66, frente al 5.73 del músculo *Semitendinosus*.

Esto es debido a que el primer músculo muestra una gran proporción de fibras blancas ( $\alpha$ W ó IIB) (Karlsson *et al.*, 1999, en cerdo; Hulot y Ouhayoun, 1999, en conejos) de metabolismo glicolítico, con actividad ATP-asa elevada y con alto contenido en glucógeno, por ello presentan una mayor caída de pH y un valor de pH último más bajo (Sañudo, 1991). El músculo *Semitendinosus* es un músculo intermedio (Hulot y Ouhayoun, 1999), con metabolismo oxidoglicolítico, de actividad ATP-asa intermedia y con alto contenido en glucógeno (Sañudo, 1991), presentando una menor caída de pH y por tanto un pH más alto que el anterior (Hulot y Ouhayoun, 1999).

El peso de sacrificio afecta a los valores de pH, que son mayores en los animales que se sacrificaron a pesos más altos y por tanto a mayor edad. Las diferencias encontradas no son demasiado elevadas y sólo se han obtenido en el músculo *Longissimus dorsi* en los tres tiempos tomados (a pesar de que estos animales también experimentan una mayor caída de pH) y a las 0 horas en el músculo *Semitendinosus*. Estos resultados confirman los obtenidos por Sañudo *et al.* (1996) en corderos de Rasa Aragonesa, que comprobaron que el aumento de peso de canal (de 8 Kg a 13 Kg) llevó consigo un incremento en el valor del pH final de la carne, señalando que dicho aumento estaría influenciado por el incremento en el contenido en grasa (Sierra *et al.*, 1988).

Devine *et al.* (1993) igualmente observaron que los corderos más jóvenes tendían a presentar un pH último más bajo, no obstante las diferencias de edad entre sus animales, fueron mayores que en nuestro caso.

El peso de sacrificio también influye en la caída de pH, tanto en los primeros 45 minutos en el músculo *Longissimus dorsi*, como en la caída total (0-24 horas). Así, se observa una notable bajada del pH en los primeros minutos tras el sacrificio (0- 45 minutos) en los animales de peso más bajo (0.39 de los de 10Kg, frente a 0.12 y 0.11 de los de 12 y 14 Kg). Posiblemente debido a que estos corderos son los más jóvenes y por tanto más sensibles al estrés agudo que supuso la separación de sus madres, el transporte y el sacrificio, produciéndose una mayor velocidad de glicolisis postmortem.

Sin embargo en relación con la caída de pH total, se observa que, los animales de mayor peso/edad muestran una mayor caída de pH (de 0 a 24 horas).

Diversos autores, Solomon *et al.* (1990), Karlsson *et al.* (1999) en cerdos, Hulot y Ouhayoun (1999) en conejos, han expuesto que durante el

crecimiento, la proporción de fibras oxidativas en el músculo *Longissimus dorsi* disminuye mientras que la de fibras glicolíticas se incrementa. También se cita en la literatura este hecho en otros músculos: Swathand (1976) en el músculo *Rectus femoris*. Las fibras glicolíticas muestran unas altas reservas de glucógeno que dan como resultado una mayor caída de pH.

Como ya se ha comentado anteriormente, el sexo no ha presentado en nuestros trabajos influencia significativa sobre el pH, comportamiento similar al observado por numerosos autores: López (1987), Horcada *et al.* (1998), y Vergara *et al.* (1999a).

McGeehin *et al.* (2001), tampoco han observado diferencias significativas en el pH entre sexos (a los 30 minutos y 120 minutos), sin embargo la caída de pH de las hembras fue más rápida que en los machos.

En cambio, otros autores mencionan que aunque en el ganado ovino la influencia del sexo sobre el pH es casi nula, generalmente los machos tienen un pH mayor que las hembras (Forcada, 1985 y Sañudo y Sierra, 1986). En el ganado bovino también se ha verificado este hecho, afirmando que los machos son más sensibles al estrés previo al sacrificio debido a su mayor temperamento, y por ello muestran valores de pH final más elevados (Jeremiah *et al.*, 1991).

## 2.2. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

La capacidad de retención de agua es una característica importante de la carne ya que influye sobre sus cualidades organolépticas y principalmente en la jugosidad de la misma.

La proporción de jugo expulsado en la carne de nuestros corderos es de un 19.24% de media, y ha sido bastante más elevada a la obtenida por Sañudo *et al.* (1997) en lechales Manchegos (15.43%) y por Velasco *et al.* (2000) en lechales de raza Talaverana.

Pese a que se han observado diferencias en cuanto al pH y su velocidad de caída (propiedad muy relacionada con la CRA) con el peso de sacrificio, no se ha encontrado una influencia significativa de este factor sobre la capacidad de retención de agua, sin embargo, se puede apreciar una tendencia hacia una disminución de la misma con el peso de sacrificio.

Esta tendencia posiblemente es debida a la mayor caída de pH total que se observa en los animales más pesados, que puede dar lugar a una

desnaturalización de las proteínas musculares facilitándose así la salida de jugo.

Para Hulot y Ouhayoun (1999), los cambios en la capacidad de retención de agua están normalmente causados por la caída del pH del músculo que produce una desnaturalización de proteínas afectando a la cantidad de agua libre.

El pH último también influye en esta característica, de manera que a medida que disminuye el pH aproximándose al punto isoeléctrico de las proteínas (pH= 5.0-5.5), se van bloqueando los grupos polares, se igualan las cargas positivas y negativas y por lo tanto se produce una disminución en la capacidad para retener jugo. Esto estaría en contradicción con lo encontrado en nuestro trabajo ya que los corderos sacrificados a los 14 Kg fueron los que presentaron un mayor pH final y una menor capacidad de retención de agua (no significativa). No obstante López (1987), también observó que la mayor cantidad de jugo expulsado se obtenía de los músculos con valores de pH más altos.

En la literatura, la influencia del peso y por lo tanto de la edad de sacrificio sobre la CRA, no es muy clara, mientras que unos autores no encuentran que este parámetro esté afectado por el peso/edad (Solomon *et al.*, 1980; Sañudo *et al.*, 1993a), en otros trabajos bien se ha observado una disminución de la capacidad de retención de agua con el aumento de peso (López, 1987; Velasco *et al.*, 2000), o bien un aumento de la misma (Aziz *et al.*, 1993; Failla *et al.*, 1996).

Sañudo *et al.* (1996), en corderos de raza Rasa Aragonesa, señalaron que cuando se incrementaba el peso de canal, la carne presentaba una mayor facilidad para liberar agua.

El sexo ha influido ligeramente sobre la CRA, mostrando las hembras una mayor proporción de jugo expulsado, que coincide además con una mayor caída de pH (no significativa) en las mismas.

Velasco *et al.*, (2000) en corderos lechales de raza Talaverana, también encontraron una mayor proporción de jugo expulsado en las hembras (15.43% frente a 14.1%). En cambio otros autores: Horcada *et al.* (1998), en corderos lechales de raza Lacha, y Vergara *et al.* (1999a) en corderos Manchegos de pesos más altos, no han obtenido diferencias debidas al sexo.

### 2.3. COLÁGENO

En nuestro estudio no se aprecian diferencias ni en el colágeno total, ni en la proporción de colágeno soluble entre los distintos pesos de sacrificio ni entre sexos.

En cambio otros autores han encontrado que el peso de sacrificio y por tanto la edad, presenta una influencia sobre el colágeno. Así Hill (1966), encontró que la solubilidad del colágeno disminuye con la edad del animal, por lo que se incrementaría la sensación de dureza al consumir la carne de animales viejos. Sin embargo, no verificó un incremento general en el contenido de colágeno total con la edad.

Sañudo (1991) comentó que el contenido de colágeno varía poco con la edad de los animales, en cambio el envejecimiento del tejido conjuntivo implica un incremento de las uniones de las moléculas de tropocolágeno, haciéndose más estable con la edad, por lo que su solubilidad disminuye.

En la literatura también se manifiesta un efecto del sexo sobre el colágeno, de manera que Miller *et al.* (1989) y Nold *et al.* (1992), observaron que los machos tuvieron más colágeno soluble, insoluble y total además de una mayor proporción del colágeno soluble en el músculo *Longissimus dorsi*, que las hembras. En los corderos machos las tasas de síntesis y degradación del colágeno son más rápidas que en las hembras, por lo que presentan más colágeno (en todas sus fracciones) y un mayor porcentaje de colágeno de nueva síntesis que es más termolábil. Esta disminución de la cantidad de colágeno en las hembras es el resultado de la menor concentración de testosterona en suero. Miller *et al.* (1990b) también indicaron que la testosterona afecta a este incremento de colágeno.

Por otra parte Sañudo *et al.* (1986), no encontraron diferencias significativas en el contenido de colágeno, en animales de 70-90 días entre machos y hembras.

La posible causa de que en nuestro trabajo no aparezcan diferencias en el contenido y la solubilidad del colágeno entre sexos ni entre los distintos pesos de sacrificio, puede deberse a que son animales aún muy jóvenes y con muy poca diferencia de edad/peso para que estas se manifiesten.

## 2.4. COLOR

El color de la carne es uno de los criterios más importantes en los que repara el consumidor en el momento de la compra. Este va a depender de diversos factores como la concentración y estado químico de la mioglobina, de la cantidad de grasa infiltrada y de la estructura del músculo, estando esta última muy ligada al pH.

Los corderos de nuestro estudio presentan un color de carne rosa pálido, brillante y poco intenso, como corresponde a unas coordenadas  $L^*$  elevadas y  $a^*$  bajas, que es consecuencia de la dieta láctea que llevaban los animales. Los niveles de hierro recibido por estos animales son bajos, por lo que las carnes más claras originadas, son debidas a la anemia producida (Sañudo *et al.*, 1996).

Esta coloración de la carne es la preferida por los consumidores españoles y del resto de países de la Europa Mediterránea, mientras que los países del Norte de Europa admiten coloraciones más oscuras.

En nuestro estudio el color de la carne está afectado por el peso de sacrificio, ya que a medida que aumenta este, se observa una disminución de  $L^*$  y  $b^*$  y un aumento de  $a^*$  que es especialmente significativo en el músculo *Rectus abdominis*. Resultados similares fueron encontrados por Ruiz de Huidobro *et al.* (1996), en corderos lechales Talaveranos, y Sañudo *et al.* (1993b) en corderos ternascos de raza Rasa Aragonesa, que han observado que con el aumento de peso de sacrificio se produce un oscurecimiento de la carne. Esto es debido principalmente al aumento del contenido de pigmentos con el incremento de la edad del animal (Lawrie, 1998).

El pH también tiene una gran influencia sobre el color de la carne. En nuestro caso, el pH más alto se corresponde con los valores de luminosidad más bajos, confirmando lo encontrado por Hopkins (1995), que halló una correlación significativa y de signo negativo entre los valores de  $L^*$  y  $b^*$  y el pH del músculo.

A medida que el pH se aleja del punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares (pH=5.5), estas presentan cargas libres, mostrando por lo tanto el músculo una estructura abierta, que hace que la reflexión de la luz se reduzca produciéndose un oscurecimiento de la carne (Seideman *et al.*, 1984; Renner 1986).

No obstante las diferencias encontradas en nuestros corderos fueron pequeñas por la pequeña diferencia de peso y de edad entre ellos.

El sexo presenta escasa influencia sobre el color de la carne, afectando solamente al Tono. Horcada (1996) tampoco encontró diferencias significativas entre machos y hembras lechales Lachos, debido a que la alimentación, edad y peso de los animales de ambos sexos era similar.

Sañudo (1991) también indicó que en general las diferencias entre sexos no son importantes aunque se puede decir que las hembras tienen carnes más oscuras como consecuencia de su mayor contenido de pigmentos hemínicos, debido a su mayor precocidad.

### 3. CALIDAD DE LA GRASA

#### 3.1. COLOR

En cuanto al color de la grasa, en nuestro trabajo, no se ha observado efecto significativo del peso de sacrificio, en los parámetros de color estudiados ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). Por el contrario, Ruiz de Huidobro *et al.* (1998), encontraron influencia del peso de sacrificio sobre el índice  $L^*$ , en los lechales talaveranos, de manera que los sacrificados a mayor peso presentaron una mayor claridad, que era atribuido por los autores, al mayor espesor de la capa de grasa, que a su vez conlleva una menor presencia de vasos sanguíneos y una menor apariencia del músculo subyacente. En el mismo estudio no observaron diferencias significativas en cuanto al sexo de los corderos.

En nuestro trabajo, el sexo de los corderos solamente tuvo influencia en cuanto a la luminosidad de la grasa ( $L^*$ ), presentando los machos una mayor claridad de la grasa del maslo de la cola que las hembras.

Horcada *et al.* (1998), obtuvieron corderos lechales de raza Lacha, valores bastante más bajos de  $L^*$  (66.73) y de  $a^*$  (1.95), y similares de  $b^*$  (11.72), no apreciando diferencias significativas en cuanto a sexos para dichos parámetros, estos valores corresponderían a una coloración de la grasa de blanco a ligeramente cremoso. Esta coloración según Sañudo (1991), sería la preferida en la Europa Mediterránea, junto con un color rosa claro de su carne, mientras que en el resto de Europa, las preferencias irían encaminadas hacia un color más cremoso de la grasa y más rojo de la carne.

Existe una relación estrecha entre el color de la grasa y la alimentación recibida por los corderos, siendo las xantofilas y carotenos los principales pigmentos responsables del color amarillento de la misma (Kirton *et al.*, 1975). Nuestros corderos han presentado unos valores de luminosidad bastante altos, lo que correspondería con corderos lechales que son sacrificados a pesos y edades bajas, y cuya única fuente de alimento es la leche materna pobre en xantofilas y carotenos (Forrest, 1981)

#### 3.2. COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS

La importancia de la composición en ácidos grasos de la carne y de la grasa (principalmente la que es consumida), radica en que por una parte afecta a sus características organolépticas, principalmente al flavor, y por otra a que influye en el valor nutritivo. En los últimos años el contenido de grasa y la composición en ácidos grasos de los alimentos, está cobrando una mayor

importancia, debido a que los consumidores se están haciendo más conscientes de la relación existente entre la cantidad y la composición de la grasa de la dieta, así como de la incidencia que tiene esta sobre ciertas enfermedades, principalmente las coronarias.

El contenido de grasa extraída químicamente, no ha estado influido en nuestro estudio, ni por el peso de sacrificio ni por el sexo, pero varía considerablemente dentro de los diferentes depósitos adiposos. El depósito que mayor proporción de grasa química presenta es el pelviorrenal con un 64,79%, mientras que el que menor proporción presenta, es el intramuscular con 2,91% y 2,78% para la pierna y el costillar respectivamente. Estos resultados confirman a los encontrados por Tor (1997), que obtuvo que el mayor contenido en lípidos lo presentó el depósito cavitario (pelviorrenal), mientras que el intramuscular fue el que mostró menor proporción de grasa química. Respecto al resto de depósitos, el subcutáneo presenta una mayor proporción de grasa que el intermuscular (56.46% frente a 49.31%) en la pierna, mientras que en el costillar ocurre lo contrario (52.68% para el intermuscular y 49.04% para el subcutáneo).

### 3.2.1. CARACTERÍSTICAS

En cuanto a las características de la grasa de los corderos de nuestra memoria, los ácidos grasos mayoritarios de los diferentes depósitos y localizaciones han sido el palmítico (C16:0) en primer lugar, seguido del oleico (C18:1) y por último el esteárico (C18:0) y mirístico (C14:0); con unas proporciones de 31.87%, 23.99%, 12.22% y 9.07% respectivamente, en la grasa intramuscular de la pierna, obteniendo proporciones similares el mismo depósito del costillar. Los dos últimos ácidos grasos ocupan distinta posición según el depósito y la localización de que se trate. Así el ácido mirístico (C14:0) se presenta en una mayor proporción que el esteárico en las grasas subcutáneas e intermusculares de la pierna y del costillar, ocurriendo el caso contrario, en las grasas intramusculares de ambas localizaciones y en el depósito pelviorrenal.

Zigoyiannis *et al.* (1985) en corderos lactantes de razas griegas y Velasco *et al.* (2000), en corderos lechales de raza Talaverana, encontraron estos mismos ácidos grasos mayoritarios, pero en distinto orden. De tal manera que los últimos autores citados obtuvieron unas proporciones de 27,39% para el ácido oleico (C18:1) que fue el mayoritario, 27,23% para el palmítico (C16:0),

15,25% para el esteárico (C18:0) y 6,46% para el mirístico (C14:0), en la grasa intramuscular del costillar.

En cuanto a la repercusión sobre la salud de estos ácidos grasos mayoritarios hay que destacar que el ácido palmítico, no es un ácido graso deseable, ya que va a aumentar el nivel de lípidos en sangre, incrementando además el colesterol sérico total (Grundy, 1986). En cambio el segundo ácido graso mayoritario, el ácido oleico, es beneficioso para la salud ya que disminuye la lipemia, disminuyendo tanto las lipoproteínas LDL, como los triglicéridos (Grundy, 1986). El ácido esteárico pese a ser un ácido graso saturado, no es perjudicial ya que no incrementa los niveles de LDL porque pasa fácilmente a oleico, mientras que el ácido mirístico es un ácido graso peligroso para la salud humana ya que aumenta los niveles de lípidos en sangre (Grundy, 1986).

Enser *et al.* (1996) indicó que los ácidos grasos saturados y el particular los ácidos laúrico, mirístico y palmítico son nutricionalmente importantes ya que están relacionados con enfermedades del corazón.

En corderos prerrumiantes, como es el caso de nuestro estudio y los dos citados anteriormente (Zigoyiannis *et al.*, 1985 y Velasco *et al.*, 2000), en contraste con los rumiantes adultos, la composición de los depósitos grasos está en gran medida determinada por la composición de la grasa de la dieta. Esto es debido a que a los pesos de sacrificio estudiados, los corderos aún no presentan un rumen funcional con microorganismos asociados, por lo que no ocurren grandes cambios en los ácidos grasos de la dieta antes de su absorción (Stokes y Walker, 1970).

Los corderos lechales ingirieron leche materna que es rica en ácidos grasos de cadena corta (Tabla 5.1.) principalmente laúrico y mirístico, por lo que sus depósitos grasos presentan una elevada proporción de los mismos (C12:0 y C14:0), y de palmítico (C16:0).

En la tabla 5.1, se puede observar la composición en ácidos grasos de la leche de ovejas de raza Manchega. En dicha tabla se aprecia que los ácidos grasos de la leche presentan una amplia distribución de su cadena carbonada, que varía desde los 6 átomos de carbono del ácido butírico, hasta los 20 átomos del aráquico.

Aunque la composición en ácidos grasos de la grasa de la leche varía según los distintos autores, puede advertirse que los ácidos grasos mayoritarios son el palmítico (C16:0), el oleico (C18:1), el esteárico (C18:0) y el mirístico (C14:0) que representan juntos entre 65-68% según el autor. Estos

ácidos grasos coinciden con los mayoritarios encontrados en los distintos depósitos grasos de nuestros corderos.

Los ácidos grasos de cadena corta (C4-C10) representan según el autor entre 13-21%, los de cadena media (C12-C17) entre 39-45% y los de cadena larga (C18-C20) entre 35-38%.

Tabla 5.1. Composición en ácidos grasos de la leche de ovejas de raza Manchega, según diversos autores (Molina, 1987).

Ácidos Grasos %	García Olmedo et al (1976) <sup>1</sup>			Caballero et al. (1991) <sup>2</sup>		Lloret (1992) <sup>3</sup>		
	Máx.	Media	Mín.	Supl.	No Supl.	Máx	Media	Mín
C 4:0	5,4	4.2	3.1	3.9	3.8	1.3	2.7	4.2
C 6:0	5,0	3.6	2.4	3.2	3.1	1.0	2.4	3.9
C 8:0	5,2	3.5	1.8	3.1	3.0	0.8	2.0	3.4
C 9:0	0,2	0.1	Tr	-	-	-	-	-
C 10:0	13.3	9.5	4.9	8.9	8.7	2.2	5.8	9.3
C 10:1	0.6	0.3	Tr	0.2	0.2	-	-	-
C 12:0	7.4	5.0	2.9	5.0	5.1	1.3	3.6	5.4
C 14:0	14.4	13.5	8.3	9.5	10.3	7.0	9.8	16.6
C 14:1	0.2	0.15	0.21	0.9	0.8	-	-	-
C 15:0	1.4	1.0	0.8	1.4	1.3	-	-	-
C 15:1	0.7	0.35	0.1	0.5	0.5	-	-	-
C 16:0	28.6	22.1	18.3	21.4	22.4	16.8	25.6	33.0
C 16:1	2.4	1.9	1.1	1.5	1.4	-	-	-
C 17:0	0.9	0.5	0.3	1.0	0.9	-	-	-
C 17:1	0.6	0.35	0.2	0.2	0.2	-	-	-
C 18:0	13.6	9.5	5.6	12.0	12.6	3.5	8.9	12.2
C 18:1	29.6	21.5	13.7	23.7	22.5	10.7	20.9	28.0
C 18:2	3.1	2.0	1.1	1.6	1.6	2.3	4.7	7.9
C 18:3	3.8	2.3	2.2	0.4	0.4	0.2	2.4	6.3
C 20:0	0.5	0.2	Tr	0.5	0.5	-	-	-

<sup>1</sup>Grasa de ovejas españolas de la zona centro, exceptuando la provincia de Guadalajara.

<sup>2</sup>Ovejas Manchegas en pastoreo de prados artificiales de otoño con (Supl.) y sin suplementación (No Supl.).

<sup>3</sup>Ovejas Manchegas en intensivo, datos medios de todo el periodo de ordeño.

Con relación al grado de saturación de la grasa de la leche, los ácidos grasos saturados (SFA) constituyen del 71-81% del total de ácidos grasos,

mientras que los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) solamente representan entre un 2-7% según los distintos autores.

Nuestros resultados se ven confirmados por Sañudo *et al.* (1998b), que al comparar entre animales destetados y no destetados, encontraron proporciones más elevadas de C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C16:1, y C18:3 en los animales que tomaban leche, afirmando de igual modo, que los animales no destetados presentan proporcionalmente mayores valores de ácidos grasos de cadena corta por debajo de 16 átomos de carbono, especialmente C14:0 y C16:0, debido a la mayor proporción de los mismos en la leche.

Sauvant *et al.* (1979) y Muller *et al.* (1985) observaron en cabritos, que durante la alimentación láctea, la composición de ácidos grasos del tejido adiposo dependió de la composición en ácidos grasos de la leche.

La composición en ácidos grasos varía según el depósito graso estudiado, así el depósito que presenta un mayor grado de saturación es el pelvicorrenal con un 70.95% de ácidos grasos saturados (SFA), seguido del intermuscular y subcutáneo con una proporción similar entre 68-69%. Esto está de acuerdo con numerosos autores que han encontrado que los depósitos internos (pelicorrenal) son más saturados que el subcutáneo (Zygoyiannis *et al.*, 1985; Velasco, 1999). Este hecho ha sido observado por Leat (1976) en ganado ovino, vacuno y porcino, alegando que las diferencias son debidas al gradiente de temperatura en el animal vivo. Así Marchello *et al.* (1967), observó que la exposición de corderos a bajas temperaturas, produce una deposición de grasa más insaturada. Esto explicaría que la grasa pelvicorrenal sea más saturada que la subcutánea, ya que al ser más interna tiene una temperatura más alta.

Los depósitos subcutáneos y los intermusculares son los que poseen la menor proporción de DFA con unos porcentajes de 41.48% y 43.1% respectivamente para la pierna y 41.1% y 42.83% respectivamente para el costillar. La grasa pelvicorrenal muestra una proporción intermedia entre los dos depósitos anteriores y el intramuscular, con un 47.9%, debido principalmente a la elevada proporción de C18:0 que presenta esta grasa en comparación al resto de depósitos. Kemp *et al.* (1981), señalaron igualmente que la grasa pelvicorrenal presentaba una mayor proporción de ácido esteárico que la grasa subcutánea.

La grasa intramuscular es la que presenta un mayor grado de insaturación, y una mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) debido principalmente a los ácidos C18:3 y C20:4. Estos PUFA están presentes

en un porcentaje elevado, en los fosfolípidos de las membranas de los adipocitos y de las células musculares. Esta grasa además es la que presenta una mayor proporción de ácidos grasos deseables (DFA) ( $\Sigma$  ácidos grasos insaturados + C18:0 (Huerta Leidenz *et al.*, 1993)), con un 52.1% y un 51.13% para la intramuscular de la pierna y del costillar respectivamente.

Para el cociente PUFA/SFA se han obtenido valores de 0.17-0.18 en la grasa intramuscular y aún más bajos en el resto de depósitos. Los valores bajos obtenidos para este cociente, han sido producidos por la elevada proporción de ácidos grasos saturados de la grasa de estos animales, procedentes de la dieta láctea. En el estadio de desarrollo en el que se encuentran los corderos, se pueden considerar animales monogástricos con una funcionalidad ruminal limitada, por lo que los ácidos grasos se absorben sin apenas modificaciones.

Enser *et al.* (1996), encontró para este cociente (PUFA/SFA), valores de 0.15 en ovina, 0.11 en vacuno y 0.58 en porcino, afirmando que este cociente es menor en rumiantes debido a que en el rumen se hidrogena la grasa insaturada de la dieta.

El rango recomendado para el cociente PUFA/SFA es de 0.45-0.65 (Department of Health, 1994), y valores menores a este indican alimentos menos saludables en relación con enfermedades cardiovasculares.

Como ya se ha comentado anteriormente los SFA incrementan los niveles de colesterol en sangre, mientras que los PUFA los disminuyen. No obstante los SFA son dos veces más efectivos incrementando el colesterol sanguíneo que los PUFA disminuyéndolos (Enser *et al.*, 1996).

El cociente  $n_6/n_3$  PUFA es un indicador de la actividad relativa de los ácidos grasos en la aterosclerosis, recomendándose valores menores de 4 (Department of Health, 1994). Enser *et al.* (1996), encontró valores de 1.3 en ovino, de 2.1 en vacuno y de 7.2 en porcino.

Para los corderos de nuestro estudio el cociente  $n_6/n_3$  PUFA, se encuentra en torno al 1% para los depósitos subcutáneo, intermuscular y pelviorrenal, y al 3-4% para el depósito intramuscular.

Cuando se analiza el valor nutricional de la grasa de los alimentos hay que considerar la importancia del contenido de grasa total, el cociente PUFA/SFA, el  $n_6/n_3$  PUFA, así como la proporción de DFA. No obstante el efecto del cociente  $n_6/n_3$  PUFA en términos de nutrición humana, presenta

probablemente mayor significación que el cociente PUFA/SFA bajo (Enser *et al.*, 1998).

A juzgar por nuestros resultados, el depósito intramuscular es el de mayor valor nutricional (mayor proporción de DFA, PUFA, cociente PUFA/SFA), por lo que el consumo de la grasa de infiltración es más saludable que el de la grasa del resto de depósitos (principalmente el subcutáneo e intermuscular ya que el pelvicorrenal no se consume). No obstante este hecho es poco relevante en los corderos lechales sacrificados a pesos tan bajos, ya que debido a que no presentan un gran desarrollo de sus depósitos grasos, no se suele eliminar la grasa subcutánea cuando la carne se consume.

Así, debido a la baja proporción de grasa que presentan los lechales en comparación con animales sacrificados a mayor peso, el bajo cociente  $n_6/n_3$  PUFA y la elevada proporción de DFA principalmente para la grasa intramuscular, podría considerarse que la carne de los corderos lechales Manchegos es en general saludable.

### 3.2.2. EFECTO DEL SEXO Y PESO DE SACRIFICIO

En cuanto al efecto de los factores estudiados, sexo y peso de sacrificio, se puede advertir que la composición en ácidos grasos de nuestros corderos, está principalmente influenciada por el sexo siendo prácticamente nula la influencia del peso.

El estado de engrasamiento y por tanto la cantidad de grasa depositada, afecta por sí mismo a la composición en ácidos grasos de los distintos depósitos grasos. Según Robelin (1986) y Huerta-Leidenz *et al.* (1996), el efecto de la edad-peso en el perfil de ácidos grasos, está relacionado con el engrasamiento corporal. Por tanto el mayor efecto del sexo sobre la composición en ácidos grasos que hemos observado, es debido a que las diferencias en el engrasamiento entre machos y hembras son más notables que entre los distintos pesos de sacrificio.

Igualmente Nürnberg *et al.* (1988), han encontrado que el estatus gonadal/sexo era un factor importante en la composición de ácidos grasos por su efecto en el engrasamiento de la canal.

Con relación al sexo de los animales, las hembras de nuestro trabajo, presentan una mayor proporción de ácidos grasos monoinsaturados (UFA) y principalmente C18:1 y C16:1, este último es significativo en todos los

depósitos de la pierna y en el depósito intramuscular del costillar, presentando por ello las hembras una menor saturación de sus depósitos grasos.

Nuestros resultados por tanto, se encuentran en concordancia con los descritos por Jackson y Winkler (1970), principalmente en lo referido al engrasamiento, ya que observaron que la insaturación de los depósitos grasos aumenta con la edad y con la adiposidad por la actividad de la enzima  $\Delta^9$  desaturasa, responsable de la síntesis de ácido oleico (C18:1) a partir del esteárico (C18:0).

Leat (1975, 1977), en ganado vacuno señaló que había un incremento en el grado de insaturación de los depósitos grasos con el engrasamiento, el cual estaba asociado a un incremento en el contenido de ácido palmitoleico (C16:1).

Friend *et al.* (1983) y Myer *et al.* (1992), encontraron igualmente que la grasa posee un mayor grado de insaturación a medida que aumenta la edad del animal y su engrasamiento. Cuando un animal se engrasa, se produce un acúmulo de grasa en los adipocitos, incrementándose de esta manera la proporción de triglicéridos, que presentan un contenido elevado en ácidos grasos saturados y monoinsaturados. Por contra se produce una disminución de la proporción de fosfolípidos que están presentes en las membranas celulares, los cuales presentan una elevada proporción de poliinsaturados y colesterol (Beriain *et al.*, 2001).

En los machos se ha observado una mayor proporción de C14:0 (en la grasa subcutánea del costillar), C16:0 (intramuscular de la pierna y subcutánea del costillar), de C12:0 (en la subcutánea e intermuscular de la pierna e intramuscular del costillar) y de C18:0 (intramuscular de la pierna), ácidos grasos que están en elevada proporción en la dieta.

Sañudo *et al.* (1998b), en corderos de raza Rasa aragonesa, también obtuvieron que los machos presentaron una grasa subcutánea más saturada que la de las hembras, debido principalmente a los ácidos C14:0 y C16:0 (presentes en elevada proporción en la leche) aunque no al C18:0. Esto lo atribuyeron a que los machos podrían haber utilizado más eficientemente y por un periodo más largo la grasa de la dieta, debido al desarrollo más tardío de su sistema digestivo. Los mismos autores también señalaron que la mayor saturación de los machos puede estar relacionado con su menor precocidad y por tanto, menor cantidad de grasa.

En cambio otros autores, Zygoiannis *et al.* (1985), Solomon *et al.* (1990) y Velasco *et al.* (2000), no han encontrado en sus animales diferencias en

cuanto al grado de saturación de los depósitos grasos, y otros sin embargo, señalan que los machos presentan una grasa más insaturada que las hembras (Kemp *et al.* 1981).

Tichenor *et al.* (1970), y Jacobs *et al.* (1972), hallaron que la grasa de los corderos machos, poseía una mayor proporción de poliinsaturados que la de las hembras. Link (1970), mostró una disminución de la proporción de fosfolípidos al aumentar el contenido total de lípidos en el músculo ya que mientras que el contenido en fosfolípidos permanece constante, los lípidos totales aumentan al aumentar el engrasamiento. Esto fue debido a que los PUFA se depositan principalmente en los fosfolípidos de las membranas, por lo que los animales más magros podrían tener relativamente una mayor proporción de PUFA comparado con animales más engrasados (Enser *et al.* 1998).

No obstante en nuestro estudio, en algunas localizaciones, como los depósitos subcutáneo del costillar e intramuscular de la pierna, los machos han presentado una menor proporción de PUFA que las hembras. Lo que podría ser debido a la temprana edad de sacrificio de nuestros animales, ya que en las etapas tempranas del desarrollo del tejido adiposo, se produce una acusada hiperplasia, siendo los PUFA los constituyentes mayoritarios de los fosfolípidos de las membranas (Horcada, 1996).

Las hembras muestran una mayor proporción de ácidos grasos deseables (DFA) en la grasa subcutánea e intramuscular del costillar de forma significativa, aunque se observa una tendencia similar en el resto de depósitos y localizaciones. Además presentan un mayor cociente PUFA/SFA en la intramuscular de la pierna, en la subcutánea del costillar y en la pelvicorrenal. De esto se desprende que el consumo de la carne de hembras de lechales Manchegos, sería más saludable que la de los machos, sin embargo las diferencias observadas han sido bastante pequeñas, por lo que probablemente no tendrían repercusión para la salud.

La composición en ácidos grasos de la carne también influye en el desarrollo de su flavor, así Dryden y Marchello, (1970), encontraron una relación entre los ácidos grasos insaturados, en particular el ácido oleico, y la cantidad de grasa infiltrada, con una mayor intensidad de aroma. Durante el cocinado de la carne, la oxidación de los ácidos grasos inducida por el calor, y en particular de los insaturados, produce productos de degradación como aldehídos alifáticos, alcoholes, cetonas... que pueden tener sabores intrínsecos. Estos productos de degradación pueden reaccionar con los

productos de Maillard para dar otros compuestos que pueden contribuir al flavor. Como consecuencia de esto, podría decirse que en los corderos lechales de nuestro estudio, las hembras tendrían una carne con una mayor intensidad de flavor que los machos. No obstante esto debería ser estudiado en profundidad con un panel entrenado de degustadores.

## 4. ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL

### 4.1. ECUACIONES DE PREDICCIÓN A PARTIR DE LAS PIEZAS DE LA CANAL

Para muchos autores la predicción de la composición tisular a partir de los tejidos de las diferentes regiones es más precisa que la realizada con medidas objetivas y subjetivas obtenidas de la canal. Así para Boccard *et al.* (1976), la separación de la canal en sus cortes comerciales y la posterior disección de estos, aumenta la información de la composición tisular, explicando en muchos casos parte de la variación en carne, grasa y hueso de la canal.

No obstante, tiene la desventaja que supone un mayor coste de tiempo y económico realizarla, al depreciarse una parte de la canal.

En los coeficientes de correlación obtenidos entre la proporción de músculo de la canal y la proporción de tejidos de las piezas, se observa que las correlaciones más elevadas han sido con el músculo del costillar con un coeficiente de  $r=0.902$ , seguido del músculo de la pierna con  $r=0.764$  y de la espalda con  $r=0.699$ .

La proporción de músculo de la canal también ha estado significativamente correlacionada con la proporción de grasa de las piezas, siendo las correlaciones más elevadas con la grasa del costillar y de los bajos. Estos coeficientes de correlación son de signo negativo, ya que al tratarse de proporciones relativas, el aumento en mayor medida de un tejido (en nuestro caso el mayor aumento con el peso de sacrificio ha sido por parte del tejido graso), hace que la proporción de los otros dos disminuya.

También se han observado correlaciones significativas de la proporción de músculo de la canal con la proporción de los depósitos grasos de algunas piezas, estas correlaciones han sido negativas y significativas para la grasa subcutánea de la pierna, costillar y bajos, y en cambio positivas con el depósito intermuscular de las mismas piezas, no obstante los coeficientes obtenidos han sido más bajos.

La proporción de hueso de la canal, ha presentado las mayores correlaciones con el tejido óseo de las diferentes regiones, observándose los coeficientes más elevados en la región de la pierna, costillar y espalda ( $r=0.869$ ,  $r=0.861$  y  $r=0.845$ ). Además la proporción de hueso de la canal ha estado inversamente correlacionada con la proporción de grasa total de los

diferentes depósitos grasos, principalmente en las regiones anteriormente citadas.

La proporción de grasa de la canal presenta correlaciones muy elevadas con la proporción de grasa del costillar ( $r=0.966$ ) y pierna ( $r=0.913$ ) siendo también importantes los obtenidos con la grasa de la región de los bajos y de la espalda. Las correlaciones han sido significativas aunque mucho menores con el tejido óseo del costillar y bajos y con el muscular de la pierna, costillar y espalda.

Las correlaciones obtenidas entre la proporción de grasa total de la canal y la proporción de grasa de los depósitos subcutáneo e intermuscular, solamente han sido significativas para la pierna y el costillar en ambos depósitos, y son de signo positivo con el depósito subcutáneo, mientras que con el intermuscular son negativos, lo cual indica que cuando aumenta la proporción de grasa total de la canal, lo hace igualmente la grasa subcutánea de las piezas, en cambio la proporción de grasa intermuscular disminuye. Esto confirma las diferencias observadas en cuanto al desarrollo de los diferentes depósitos grasos, mostrando la precocidad del depósito intermuscular frente al subcutáneo.

Por tanto las regiones cuyos tejidos han estado más correlacionados con los de la canal en proporción son el costillar y la pierna, mientras que las regiones del badal y cuello han sido las peores.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994b), obtuvieron unos coeficientes para la proporción de músculo de la canal de  $r=0.924$  con la proporción de músculo del costillar,  $r=0.852$  con el de la pierna y  $r=0.904$  con el de la espalda. Estos mismos autores también obtuvieron correlaciones elevadas de este tejido con la proporción de grasa total de las distintas regiones, que fueron como en nuestro caso de signo negativo. De manera general los coeficientes de correlación obtenidos por estos autores fueron mayores a los encontrados en nuestro estudio entre la proporción de tejidos de la canal y de las piezas, destacando principalmente las correlaciones que han obtenido con los tejidos de la espalda.

Dhanda *et al.* (1999) en cabritos, observaron en cambio, que las mayores correlaciones con la proporción de músculo de la canal eran por parte del músculo de la espalda y bajos ( $r=0.64$  para ambas regiones). Para la proporción de hueso de la canal, las mayores correlaciones correspondieron al hueso de la pierna con  $r=0.79$ , seguido de la espalda. Mientras que la proporción de grasa subcutánea estuvo mejor correlacionada con el mismo

depósito de la pierna, seguido del costillar. Estos autores encontraron que las correlaciones entre la proporción de músculo de la canal y la proporción de músculo de la pierna no fueron significativas, al igual que la proporción de hueso de la canal con el hueso del costillar y cuello. Esto estaría en contradicción con lo encontrado en nuestro trabajo y con lo expuesto por numerosos autores que señalan a la pierna unos (Flamant y Boccard, 1966; Boccard *et al.*, 1976; Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1994b) y al costillar otros (Field *et al.*, 1963; Timon y Bichard, 1965b) como las regiones que mejor predicen la composición tisular de la canal.

Dhanda *et al.* (1999), al realizar el estudio en animales de mayor edad (chivo), observaron que los tejidos de la pierna si presentaron correlaciones elevadas con los de la canal.

Las correlaciones en cantidades entre los tejidos de la canal y de las piezas, han sido de manera general más elevadas que en proporciones, siendo todos los coeficientes de signo positivo, ya que según aumenta el peso del animal, aumenta el peso de todos los tejidos, aunque lo hagan en distinta magnitud. Así la cantidad de músculo de la canal (g) presenta las mayores correlaciones con la cantidad (g) del mismo tejido de la pierna ( $r=0.977$ ), seguido por la espalda ( $r=0.952$ ) y costillar ( $r=0.931$ ), obteniendo también para el resto de piezas coeficientes de correlación bastante elevados. Este tejido además muestra coeficientes de correlación elevados con la cantidad de hueso de la pierna, espalda y badal. Con el tejido graso de las piezas, tanto para la grasa total como para los diferentes depósitos, las correlaciones son significativas aunque de menor importancia.

El hueso de la canal está muy correlacionado con el mismo tejido de las diferentes piezas, siendo las correlaciones con la cantidad de músculo de las mismas también elevadas y muy significativas ( $P \leq 0.001$ ). La pierna, espalda y costillar por este orden son las que presentan los mayores coeficientes de correlación.

Las regiones que han obtenido unas mayores correlaciones con la grasa de la canal, han sido en primer lugar el costillar, seguido de la pierna y la espalda, llegando a un  $r=0.969$  la primera pieza. El badal es la pieza que ha presentado peores correlaciones con la cantidad de grasa de la canal. La grasa total de la canal en gramos además está altamente correlacionada con la grasa subcutánea de todas las piezas y principalmente las nombradas anteriormente; en cambio con la grasa intermuscular los coeficientes obtenidos han sido menores en todas las localizaciones.

Por lo tanto las piezas cuyos tejidos están más correlacionados con los de la canal en peso (g), son la pierna y espalda para el músculo y el costillar para la grasa, siendo estos coeficientes de correlación mayores que los obtenidos con las proporciones.

Velasco (1999), logró coeficientes de correlación mayores para el músculo con el músculo en gramos de la pierna ( $r=0.97$ ) y el costillar ( $r=0.85$ ) y también para la cantidad de hueso con  $r=0.92$  para el hueso de la pierna y  $r=0.75$  para el del costillar. Los coeficientes que obtuvo para la grasa fueron de  $r=0.945$  y de  $r=0.948$  con la grasa de la pierna y el costillar (g) respectivamente.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994b), en corderos de la misma raza pero sacrificados a rangos de peso mayores, obtuvieron correlaciones muy altas entre el músculo de la canal y el correspondiente tejido de todas las regiones, destacando la pierna, costillar y espalda. Este tejido también presentó correlaciones elevadas con el tejido adiposo del badal, espalda y bajos y con el óseo de la pierna, costillar, espalda y bajos, en cantidades. De manera general las correlaciones entre la cantidad de músculo de la canal y todos los tejidos de las regiones han sido elevadas y muy significativas. Para la grasa de la canal obtuvieron correlaciones elevadas y significativas con todas las piezas y especialmente con la grasa, tanto la total como en sus diferentes depósitos del costillar y pierna. El hueso de la canal estuvo altamente correlacionado con la cantidad de hueso y de músculo de todas las piezas, destacando las regiones de la pierna y de la espalda.

En cuanto a las ecuaciones de predicción, como ya se ha visto en los coeficientes de correlación, las regiones que mejor han predicho la composición tisular de la canal han sido el costillar, pierna y espalda, que son las regiones cuyos tejidos han estado mejor correlacionados con los de la canal.

La región del costillar es la que predice con mayor exactitud la proporción de músculo (explicando el 84.6% de la variación) y grasa (que explica el 93.6% de la variación), y la pierna la proporción de hueso de la canal (86.7% de la variación).

Los tejidos de la espalda por el contrario, han sido malos predictores de la proporción de músculo ya que la ecuación obtenida para esta región solamente explica el 54.5% de la variación de este tejido de la canal. Las ecuaciones de predicción de la proporción de grasa y hueso de la canal a partir de esta región, han presentado una precisión más alta ( $R^2=0.818$  y  $R^2=0.767$  respectivamente).

Para los tejidos en cantidad, la pierna y espalda han sido regiones más precisas que el costillar, excepto para la cantidad de grasa, ya que en la ecuación de predicción de la cantidad de grasa de la canal, se observa que la grasa total del costillar explica por si sola, el 93.9% de la variación de este tejido de la canal.

Al igual que lo encontrado en nuestro estudio Timon y Bichard (1965b), hallaron que el costillar era la pieza que mejor predecía la proporción de músculo de la canal. Para Kempster *et al.* (1976), la porción torácica del costillar y la espalda fueron las piezas más precisas, explicando respectivamente el 84% y el 82% de la variación de magro.

Field *et al.* (1963) obtuvieron que para predecir la proporción de músculo de la canal, la pierna y espalda han sido las regiones de mayor precisión, mientras que para las proporciones de hueso y grasa lo fue el costillar. De manera similar Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994b), hallaron que las piezas que explicaban una mayor proporción de la variación de los tejidos de la canal, fueron la pierna y la espalda, siendo solo superadas por el costillar para la predicción de la proporción de grasa de la canal.

En cuanto a los tejidos en cantidad, Guía y Cañeque (1992) hallaron que la mejor ecuación predictora de la cantidad de músculo y de hueso fue la obtenida a partir de los tejidos de la espalda, y para la grasa (g) fue la obtenida a partir de la composición tisular de la pierna. Igualmente López (1987), en corderos lechales de raza Lacha, utilizó como pieza predictora de los tejidos de la canal la espalda, obteniendo que el músculo de la espalda explicaba el 90.5% de la variación de este tejido de la canal con un DER=25.73g, la grasa de esta región explicó el 81.4% de la variación de la grasa de la canal con un DER=42.13g y el hueso el 70.73% con DER=27.54g.

En cambio Velasco (1999) utilizó el costillar y la pierna como predictores de la composición tisular en gramos obteniendo, a partir de los tejidos del costillar un  $R^2=0.91$  y un  $R^2=0.90$  para la pierna, en la predicción de la cantidad de grasa.

Las diferencias encontradas por los distintos autores en cuanto a las regiones que son mejores predictoras de la composición tisular, pueden ser debidas a los diferentes métodos de despiece utilizados, así como las distintas edades, razas y sexos de los animales estudiados.

En nuestro caso para las piezas que predicen con mayor exactitud la composición de la canal (costillar, pierna y espalda), la inclusión del sexo en el modelo ha sido significativa, obteniéndose puntos de corte diferentes para cada

sexo, aunque las pendientes (los coeficientes de regresión) han sido iguales para machos y hembras (excepto para la ecuación de predicción de la cantidad de músculo de la canal a partir de los tejidos de la espalda, donde además de dos interceptos distintos se han obtenido dos coeficientes de regresión para el músculo de la espalda, distintos para machos y hembras). No obstante la mejora de la precisión obtenida, valorada como una disminución de la desviación estándar residual y un aumento del coeficiente de determinación, ha sido muy pequeña, por lo que no sería necesario conocer el sexo del animal para predecir prácticamente con la misma precisión la composición tisular de la canal.

En cambio en otras regiones como el cuello y el badal la inclusión del sexo en los modelos ha mejorado notablemente, en la mayoría de los casos, la precisión de la ecuación, produciéndose incrementos en la proporción de la variación explicada del 20%.

#### 4.2. ECUACIONES DE PREDICCIÓN A PARTIR DE MEDIDAS OBJETIVAS Y SUBJETIVAS DE LA CANAL

La utilización de las medidas objetivas y subjetivas tomadas de la canal suponen una ventaja sobre el uso de la disección de las piezas de la canal, ya que son medidas más rápidas y fáciles de tomar y no producen la pérdida de una parte de la canal. Pero por otro lado las ecuaciones obtenidas a partir de la disección de las piezas son más precisas, como así señalaron Kempster *et al.* (1976), quienes afirmaron que con excepción del cuello, la disección de las diferentes regiones da una predicción mucho más precisa de la proporción de magro que la mejor medida lineal.

##### 4.2.1. EL ENGRASAMIENTO COMO PREDICTOR DE LA COMPOSICIÓN TISULAR

El engrasamiento puede ser estimado a partir de medidas objetivas tomadas sobre la canal o bien apreciaciones subjetivas, ya sea de la grasa de cobertura o de la grasa interna. Las medidas subjetivas de engrasamiento aventajan a las objetivas en la rapidez de su obtención y en que no van a producir ningún daño sobre la canal. Por otro lado Cabassi (1990) afirmó que el uso de sistemas subjetivos para la predicción puede resultar en errores asociados con la consistencia del evaluador y en un incremento de la variación entre evaluadores. No obstante, en nuestro trabajo se ha realizado el estudio

de la apreciación subjetiva de la grasa de cobertura como variable independiente, en ecuaciones predictoras de la composición tisular de la canal, ya que junto con el color de la carne y el peso de la canal, es un sistema utilizado para la clasificación de las canales ligeras en la Unión Europea, por lo que debería reflejar una diferencia en la composición tisular de las mismas.

En las correlaciones entre los tejidos de la canal y las medidas de engrasamiento se observa que estas han estado inversamente correlacionadas con la proporción de músculo y de hueso de la canal, en cambio la correlación ha sido positiva con la grasa en proporciones. Con los tejidos de la canal en gramos, las correlaciones han sido positivas en todos los casos.

Las medidas objetivas de engrasamiento y principalmente las proporciones y cantidades de grasa pelviorrenal y omental, son las que presentan las correlaciones mayores con la grasa de la canal y también con el resto de tejidos en proporciones. Así la proporción de grasa pelviorrenal explica un 71.5% de la variación de la proporción de grasa total de la canal y un 47.2% de la variación de la proporción de músculo. No obstante la obtención de estas medidas es más complicada y trabajosa que las anteriores, siendo su uso más limitado en cadenas de sacrificio, por lo que no se han realizado las ecuaciones de predicción.

Para Garret *et al.* (1992), la grasa renal fue la primera o segunda variable a ser considerada en los modelos de predicción del “rendimiento carnicero”, y fue más importante que el peso de la canal y la conformación en dicha predicción.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994b), en corderos manchegos, también encontraron que los pesos de las grasas omental y pelviorrenal estuvieron altamente correlacionados con la cantidad de grasa, músculo y hueso de la canal.

El espesor de grasa dorsal ha sido utilizado por diversos autores como variable predictora de la composición tisular de la canal, aunque en nuestro trabajo, las correlaciones que se han obtenido con esta variable y los tejidos de la canal, han sido inferiores a los obtenidos con las medidas anteriormente mencionadas.

Field *et al.* (1963) obtuvieron correlaciones semejantes a las nuestras entre el espesor dorsal y la proporción de músculo con un  $r=0.57$ . Berg *et al.* (1997), concluyeron que el espesor obtenido a la altura de la costilla 12, estuvo más correlacionado ( $r=-0.50$ ) con la proporción de piezas deshuesadas que el peso de la canal ( $r=-0.14$ ) o el área del músculo *Longissimus dorsi* ( $r=0.29$ ).

Otros autores, también han empleado el espesor dorsal para la predicción de la cantidad de grasa subcutánea y de la grasa total de la canal, tejidos más relacionados con estas medidas, observándose unas correlaciones de  $r=0.77$  y  $0.74$  respectivamente (Wood y MacFie, 1980). Renard y Fisher (1997), en ganado vacuno, también utilizaron este parámetro como predictor de la grasa obteniendo unas correlaciones de  $r=0.65$  con el peso y  $r=0.71$  con la proporción de grasa.

Las correlaciones mayores que se han obtenido con la valoración subjetiva del estado de engrasamiento han sido, como es de esperar, con el tejido adiposo de la canal tanto en gramos como en proporción. La escala nueva propuesta ha presentado los coeficientes de correlación mayores ( $r=0.689$  y  $r=0.723$  para la proporción y la cantidad respectivamente), siendo los del sistema Europeo de clasificación similares aunque ligeramente menores. Sin embargo para la predicción del magro de la canal, que sería el tejido de mayor interés, las correlaciones han sido menores y sobre todo con la proporción de este tejido.

Kempster *et al.* (1976) en corderos, encontraron relaciones mayores entre estas medidas y la proporción de magro, así la medida del espesor de grasa dorsal explicó un 43% y la proporción de grasa pelvicorrenal un 32% de la variación de magro. Por otro lado la apreciación visual de la grasa subcutánea de la canal dio la mayor precisión de entre las medidas obtenidas sobre la canal entera, explicando un 36% de la variación de la proporción de magro.

El análisis de los coeficientes de correlación obtenidos entre la composición de la canal y la apreciación del estado de engrasamiento según las distintas escalas de clasificación utilizadas, ya nos da la idea de que la escala propuesta por Colomer para canales ovinas es la que da una menor precisión en la predicción, principalmente para el tejido muscular y la cantidad de hueso.

En las ecuaciones de predicción de la proporción de tejidos a partir de la apreciación subjetiva del estado de engrasamiento, se han obtenido unos coeficientes de regresión negativos para el músculo y hueso, y positivos con la de grasa total y grasa subcutánea, que es la valorada con este parámetro. En cambio para la predicción de los tejidos en cantidades todos los coeficientes de regresión son positivos.

Las ecuaciones de predicción de la cantidad de músculo a partir de la valoración visual del estado de engrasamiento, han sido ligeramente más

precisas que las de proporciones, principalmente al utilizar la escala nueva propuesta, que explica un 39.2% de la variación de músculo (g). Con el resto de escalas no se ha superado el 18% de variación del músculo de la canal ni en proporciones ni en gramos. La precisión de la estimación del músculo de la canal con cualquiera de las escalas utilizadas, ha sido muy baja por lo que no serían aceptables como únicos predictores.

En la predicción de la grasa total y subcutánea de la canal, se han obtenido ecuaciones más precisas, principalmente cuando las canales han sido clasificadas según la escala nueva propuesta, que explica un 67.5% de la variación de la cantidad de grasa total (gramos) de la canal. Para la proporción de este tejido, los coeficientes de determinación han sido algo menores ( $R^2=0.504$  con la escala nueva propuesta).

En nuestro trabajo, el hueso de la canal tampoco puede ser estimado a partir de ecuaciones de predicción lineales, utilizando como única variable la valoración subjetiva del estado de engrasamiento, ya que el coeficiente de determinación mayor obtenido ha sido  $R^2=0.485$ , en la ecuación de predicción de la proporción de hueso de la canal a partir de la apreciación subjetiva del estado de engrasamiento según la escala nueva propuesta.

Por tanto la predicción de la composición tisular de las canales a partir de ecuaciones lineales de predicción simple, utilizando la apreciación visual del estado de engrasamiento como única variable independiente, no es muy precisa por lo que no puede ser utilizada por si sola para la predicción de la composición tisular.

En cambio para otros autores, Bruwer *et al.* (1987b), la apreciación visual del estado de engrasamiento es un buen predictor de proporción de músculo, hueso y grasa de la canal, y esta sería mejor que la conformación y que el peso de la canal.

#### 4.2.2. LA CONFORMACIÓN COMO PREDICTORA DE LA COMPOSICIÓN TISULAR

Según Kempster *et al.* (1987), para los comerciantes de carne la conformación de la canal es un indicador del rendimiento cárnico y del valor de la canal. Así los animales mejor conformados tienden a tener canales con más magro y una mejor proporción de piezas y de carne magra en las regiones de mayor precio, que los animales peor conformados (Nsoso *et al.*, 2000). Esto

nos indica que la conformación podría ser utilizada al igual que el engrasamiento, para predecir la composición tisular de las canales.

En el estudio de los coeficientes de correlación se observa que la conformación, tanto la valorada subjetiva como objetivamente, presenta unas correlaciones muy bajas y en la mayoría de los casos no significativas con la proporción de tejidos de la canal ( $r \leq 0.50$ ).

En cambio con los tejidos de la canal en gramos, la apreciación subjetiva de la conformación, muestra correlaciones aceptables con la grasa ( $r=0.660$ ) y el músculo ( $r=0.637$ ) de la canal. Los coeficientes de correlación obtenidos han sido superiores para la grasa que para el músculo, tanto en cantidades como en proporciones, posiblemente debido a que en la puntuación subjetiva de la conformación, se valoran los perfiles cóncavos o convexos de la canal, que están muy influenciados por los depósitos grasos. Esto ha sido explicado por otros autores (Jackson y Monsour, 1974; Tatum *et al.*, 1988) que afirmaron que la puntuación subjetiva de la conformación está muy influenciada por el engrasamiento, así las canales con más grasa tienden a tener puntuaciones de conformación mayores. Por tanto el uso de este parámetro para la predicción del músculo, puede ser confundido con el engrasamiento, y no es frecuentemente utilizado como predictor de la composición.

En cuanto a las medidas objetivas de conformación, los coeficientes de correlación mayores se han obtenido entre la cantidad de músculo y la longitud interna de la canal (L) y el perímetro de grupa (B) ( $r=0.869$  y  $r=0.829$  respectivamente). Para el resto de tejidos en cantidades las correlaciones han sido menores, así la grasa (g) está mejor correlacionada con las medidas Wr y B ( $r=0.736$  y  $r=0.651$  respectivamente) y el hueso (g) con las medidas L y B ( $r=0.802$  y  $r=0.758$  respectivamente).

Cuthberson y Kempster (1978) señalaron que el perímetro de nalgas junto con medidas de engrasamiento, pueden ser utilizadas como predictores de la composición tisular de la canal.

No obstante la cantidad de los tejidos de la canal, ha estado mejor correlacionado con los índices de compacidad de la canal y de la pierna, llegando a unos coeficientes de correlación de  $r=0.913$  y  $r=0.905$  respectivamente, lo que puede ser debido a que ambos índices tienen un componente de peso que, por tanto, está muy correlacionado con el peso de los tejidos.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994b), hallaron que las medidas de conformación excepto las relativas a la chuleta, presentaron unas correlaciones

altas, positivas y muy significativas con la composición tisular de la canal, y fueron mayores para el peso del músculo y hueso que para la grasa. Estos autores también obtuvieron correlaciones bajas y no significativas con los tejidos en proporción.

En cambio Laville *et al.* (1996) en ganado vacuno, encontraron que las correlaciones entre las medidas morfométricas y la composición de la canal fueron moderadas o bajas.

Las ecuaciones de predicción de la composición tisular a partir de la apreciación visual de la conformación, han presentado al igual que las de engrasamiento una precisión baja. Esto está en concordancia con lo observado por numerosos autores que encontraron que la conformación tiene poco valor como predictora de la composición tisular (Garret *et al.*, 1992 y Jones *et al.*, 1992).

No obstante este parámetro puede ser utilizado en ecuaciones de regresión múltiples junto con otras medidas de la canal para mejorar la precisión, como así afirmaron Jones *et al.* (1996).

Por otro lado Laville *et al.* (1996) en ganado vacuno, observaron que dentro de un grupo homogéneo de animales es posible identificar medidas cuya combinación puede predecir la variación de la proporción de músculo y de hueso.

Stanford *et al.* (1997), señalan que a la hora de predecir el rendimiento cárnico, las medidas de la canal tuvieron una reducida precisión ( $R^2=0.45$  DER=1.6), comparado con la puntuación subjetiva de la conformación ( $R^2=0.56$  DER=1.3). Estos mismos autores confirmaron la precisión de la puntuación subjetiva de la conformación, en la identificación de canales compactas y musculares. No obstante el uso de este parámetro en la predicción del rendimiento cárnico en corderos ha sido controvertido, ya que otros autores: Kempster *et al.* (1981 y 1982), Wolf *et al.* (1981) y Horgan *et al.* (1995), han encontrado que tiene un valor limitado en la predicción del rendimiento cárnico y comercial.

#### 4.2.3. OTROS PARÁMETROS COMO PREDICTORES DE LA COMPOSICIÓN TISULAR

Otras medidas que se han analizado como posibles predictores de la composición tisular, han sido el peso canal fría, la longitud y peso del hueso gran metacarpiano, que según Pálsson (1939) está muy correlacionado con el hueso de la canal, y el peso y proporción del músculo *Longissimus dorsi*.

De estas medidas el PCF es la más sencilla, rápida y barata de tomar y además ha presentado unas correlaciones elevadas con la cantidad de músculo. En cambio con la proporción de tejidos estas correlaciones han sido menores e incluso no significativas. Del análisis de los coeficientes de correlación, se desprende que el peso canal es una buena medida predictora de los tejidos de la canal en cantidades, y por ello se han realizado las ecuaciones de predicción utilizando este parámetro como única variable independiente.

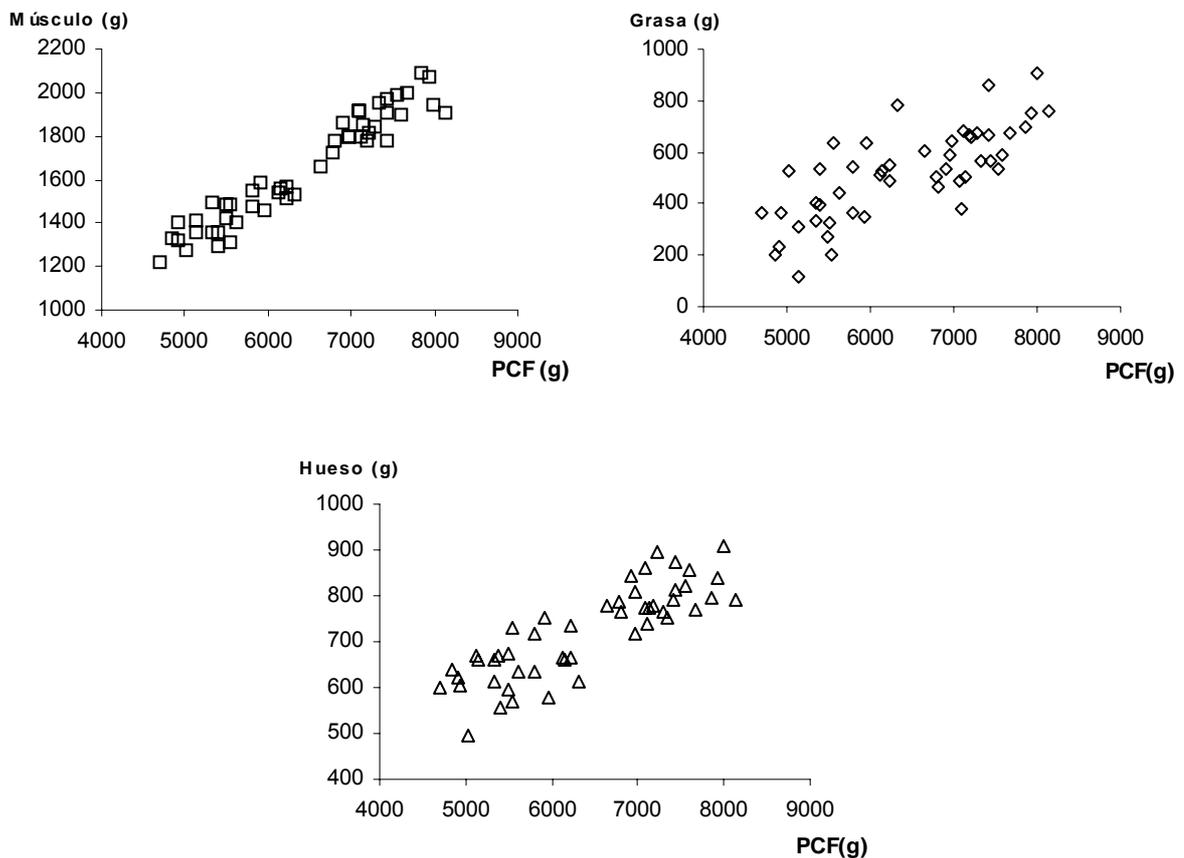
De la misma manera Hopkins (1994), afirma que el peso canal caliente es un importante predictor de la composición de la canal, además de la medida del espesor de tejidos (GR).

Numerosos autores han encontrado coeficientes elevados entre el peso canal y los tejidos de la misma, aunque generalmente los estudios se han realizado en animales de mayor edad/peso. Así Barton y Kirton (1958), encontraron que el tejido graso y el muscular estuvieron altamente correlacionados con el peso de la canal. Estos autores obtuvieron unos coeficientes de correlación de  $r=0.863$  con la grasa de la canal en corderos de ambos sexos. Más recientemente Laville *et al.* (1996), obtuvieron una correlación entre peso canal y peso de magro de  $r=0.97$ .

En las ecuaciones de predicción se aprecia que el peso canal fría explica el 93.3% de la variación de la cantidad de músculo de la canal. La proporción de variación del resto de tejidos (óseo y adiposo) explicada por el PCF, es mucho menor pero sin llegar a ser despreciable (73.1% y 57.4% para el hueso y la grasa respectivamente).

En la figura 5.1, se muestra la relación existente entre el peso de la canal y el peso del tejido muscular, adiposo y óseo de la misma.

Figura. 5.1. Relación entre el peso del músculo, grasa y hueso de la canal y el peso de la canal fría.



En la nube de puntos obtenida entre el peso del músculo y el peso de la canal, se aprecia que existe una relación lineal muy estrecha entre ambos. En cambio, en las nubes de puntos obtenidas para la cantidad de grasa y de hueso, principalmente la primera, con el PCF, se observa una mayor dispersión, de ahí que la predicción de estos tejidos a partir del PCF sea menos precisa.

Wood y McFie (1980) obtuvieron una mayor precisión en la predicción de la cantidad de grasa ( $R^2= 0.71$ ) a partir del peso canal, aunque menor para el magro ( $R^2=0.71$ ), en corderos cuyo peso canal oscilaba entre 15-21 Kg.

Delfa *et al.* (1998) también encontraron en ganado caprino, una mayor proporción de variación de la cantidad de grasa (92%) explicada por el PCF,

aunque para el músculo esta proporción fue menor (83%) que en nuestro estudio.

La mayor precisión encontrada por estos autores en la predicción de la cantidad de grasa, es posiblemente debida a que utilizaron cabras adultas con un amplio rango de condición corporal esternal (entre 1.5 y 4.5), lo cual hizo que tuvieran una mayor variabilidad en la cantidad de grasa, y debido a que eran animales adultos, la variabilidad en el músculo fue menor.

Bourfia y Echinguer (1991) hallaron que el peso canal explicó solamente un 16% de la variación del peso del magro y un 36% de la grasa. También estudiaron las correlaciones entre la composición tisular de la canal y otras medidas como espesor dorsal y área del músculo *Longissimus dorsi*, con resultados similares. Estas bajas correlaciones fueron atribuidas a que la variación de la muestra de animales estudiada era pequeña.

Zygoiannis *et al.* (1990), en corderos de razas ovinas lecheras, realizaron ecuaciones de predicción lineales utilizando como única variable independiente el peso de la canal, y obteniendo precisiones muy elevadas ( $R^2 > 0.95$ ) para los tres tejidos. Estos autores además encontraron que había una relación curvilínea entre el peso canal y el músculo y la grasa de la canal, observando que la proporción de variación explicada aumentaba y la desviación estándar residual disminuía cuando realizaban las ecuaciones cuadráticas. Sin embargo para el hueso de la canal, aunque observaron una indicación de relación curvilínea con el peso canal, el uso de la ecuación polinómica de segundo grado no disminuía la DER.

El hueso gran metacarpiano como es de esperar, ha obtenido mejores correlaciones con la cantidad de hueso de la canal, y estas correlaciones son mayores cuando se considera su peso ( $r=0.753$ ) que cuando se considera su longitud ( $r=0.651$ ). Así mismo, López (1987) obtuvo que el peso y la longitud del hueso Metacarpiano, explicó un 47% y un 21% respectivamente, de la proporción de variación del tejido óseo de la canal, en corderos de raza Lacha, no siendo significativa la última.

Esto indica que este parámetro por si sólo no es un buen predictor de la composición tisular de la canal, pero puede mejorar la precisión en ecuaciones de predicción múltiples como ha ocurrido en nuestro caso.

En cambio para Sañudo y Altariba (1982), el peso del hueso gran metacarpiano es un buen predictor del hueso de la canal en ovino.

El músculo *Longissimus dorsi* solamente obtuvo una correlación elevada para su cantidad y la cantidad de músculo de la canal ( $r=0.822$ ), no obstante su uso como predictor de la composición tisular de la canal no es muy adecuado ya que su disección es laboriosa y además forma parte del costillar y badal que son unas de las piezas más caras de la canal.

#### 4.2.4. PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL A PARTIR DE ECUACIONES DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Las medidas de engrasamiento y conformación por si solas han mostrado una precisión baja a la hora de predecir la composición tisular de las canales. Por el contrario, el peso de la canal fría manifiesta ser un buen predictor por si solo de la cantidad de músculo de la canal, no obstante aún pueden realizarse ecuaciones más exactas, si junto a este parámetro incluimos otras medidas de la canal.

Así para la predicción del músculo en proporción, se han incluido en el modelo dos medidas de engrasamiento, grasa pelviorrenal (%) y el espesor de grasa dorsal que han presentado coeficientes negativos, indicando por ello que la proporción de músculo disminuye al aumentar estas medidas. Además se han incluido excepcionalmente otras medidas que han mostrado coeficientes de correlación muy bajos, como el peso del metacarpiano y la medida L de conformación.

Para la proporción de grasa, entraron tres medidas de engrasamiento (grasa pelviorrenal (%), apreciación visual del engrasamiento (escala europea) y de la grasa pelviorrenal), la longitud del hueso metacarpiano y dos medidas de conformación F (correlación con la grasa (%) muy baja) y el índice de compacidad de la canal.

En la ecuación de predicción de la proporción de hueso solo han sido necesarias como variables independientes la proporción de grasa omental y la apreciación del estado de engrasamiento (escala europea), ambas con signo negativo. En este caso no se ha incluido en el modelo ninguna medida del hueso metacarpiano.

El peso canal fría ha estado presente en todas las ecuaciones de predicción de la composición tisular en gramos, aunque en el tejido adiposo lo hace en forma de índice de compacidad de la canal (PCF/L). Para la predicción de la cantidad de músculo también entraron en la ecuación tres medidas de engrasamiento (grasa pelviorrenal(%), puntuación visual de la misma y

espesor de grasa dorsal). La ecuación así formada explica el 96.7% de la variación, es decir solamente un 4.4% más que el peso canal fría por si sólo.

Para la predicción de la cantidad de grasa además del índice PCF/F, se han incluido cuatro medidas de engrasamiento (proporción de grasa pelvicorrenal, espesor dorsal, apreciación subjetiva del estado de engrasamiento y proporción de grasa mesentérica), consiguiéndose un  $R^2=0.91$  y  $DER=52.66$ .

En la ecuación de predicción de la cantidad de hueso han entrado un número mayor de variables independientes, así además del PCF se han incluido dos medidas de engrasamiento, dos medidas de conformación y el peso del hueso gran metacarpiano. Esta ecuación explica un 92.4% de la variación, mientras que el peso canal fría, por si solo, explica el 70.5%.

Como muestran muchos autores: Field *et al.* (1963), Kempster *et al.* (1976); Kirton y Jonson (1979); Thompson y Atkins (1980); Bruwer *et al.* (1987a) y Delfa *et al.* (1996), el mejor predictor de la composición tisular de la canal son las medidas de engrasamiento de la canal en regresión múltiple con el peso de la canal. Así Oliver *et al.* (1968), además del peso de la canal, utilizaron dos medidas de engrasamiento (espesor y peso de la grasa de riñonada) para la predicción de la proporción de músculo. Mas recientemente Hopkins *et al.* (1993) emplearon además de peso canal, el espesor de tejidos.

Kempster *et al.* (1976), para la predicción de la proporción de músculo, también han utilizado el espesor dorsal y la proporción de grasa pelvicorrenal, afirmando que juntos presentaban una predicción más precisa, explicando un 11% más de variación que la medida del espesor por si sola.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994b), en corderos de raza Manchega, obtuvieron que para la predicción de los tejidos en proporción, entraron principalmente medidas de engrasamiento y solamente entró una medida de conformación (G), para la predicción de la proporción de grasa.

Al igual que en nuestro estudio, para la predicción de la proporción de grasa Timon y Bichard (1965a), utilizaron además de medidas de engrasamiento y conformación, una medida del hueso metacarpiano, que en este caso se trató del peso del mismo.

La inclusión del sexo en las ecuaciones de predicción no ha mejorado la precisión de las mismas, lo que está de acuerdo con lo encontrado por Kempster *et al.* (1986a), que afirmó que el uso del sexo en las ecuaciones de predicción incrementa ligeramente la precisión en ecuaciones con una o dos

variables independientes, pero en ecuaciones en las que se incluye el peso de la canal o un mayor número de variables independientes, la ventaja es pequeña. Hopkins (1994), también encontró que el sexo no presentaba efecto en los modelos de predicción.

Por otro lado, Safari *et al.* (2001) han indicado que las ecuaciones de predicción basadas en un grupo de corderos, pueden no ser apropiadas cuando se aplican a una población diversa de corderos, ya que pueden existir factores como el sexo, edad, raza.. que influyan en las relaciones entre tejidos y peso, y por tanto en el rendimiento carnicero.

Por tanto, las ecuaciones obtenidas a partir de las piezas y las obtenidas a partir de medidas de la canal, deben ser empleadas en corderos de la misma raza y criados en condiciones similares a las de este trabajo, ya que algunos investigadores al aplicar ecuaciones halladas por otros autores a sus propios datos, encontraron discrepancias importantes entre valores reales y predichos (Kempster, 1981a; Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1994b).

**CONCLUSIONES**

## VI. CONCLUSIONES

### CALIDAD DE LA CANAL

Las canales por lo general han estado medianamente engrasadas, siendo la puntuación media según la escala Europea de 1.53, el espesor dorsal medio ha sido de 2.11 y la grasa pelvicorrenal representó un 1.51% del PVV.

El engrasamiento de la canal ha estado influido principalmente por el sexo del animal, aunque el peso de sacrificio también ha influido sobre algunos de los parámetros estudiados. Así las hembras al ser más precoces y de mayor edad, muestran un mayor engrasamiento de sus canales, también se aprecia este aumento con el peso de sacrificio.

En cuanto a la composición regional, las piezas que han supuesto una mayor proporción respecto del peso de la media canal corregida, han sido la pierna con un 33.72%, el costillar con un 21.51% y la espalda con un 20.04%

La influencia del peso de sacrificio ha sido muy ligera, mientras que la influencia del sexo ha sido más notable, así los machos muestran una mayor proporción de espalda, badal y cuello, y las hembras mayor proporción de costillar.

Las canales de los corderos lechales Manchegos han mostrado un 53.69% de músculo, un 23.50% de hueso y un 16.87% de grasa.

El sexo ha presentado una clara influencia sobre la composición tisular, presentando las hembras una mayor proporción de grasa y los machos de músculo y hueso.

### CALIDAD DE LA CARNE

La carne de los corderos lechales manchegos, ha mostrado una coloración rosa-pálido que es la preferida por los consumidores de este país. Los valores de pH obtenidos son los normales para animales de la especie ovina que han sufrido niveles bajos de estrés.

De los factores estudiados, el peso de sacrificio ha sido el que ha influido principalmente sobre los parámetros relacionados con la calidad de la carne, y más específicamente sobre el pH y el color. Así los animales de mayor peso

mostraron mayores valores de pH inicial y final y una coloración más oscura de la carne.

## CALIDAD DE LA GRASA

La composición en ácidos grasos se caracterizó por una elevada proporción de ácidos grasos de cadena corta, correspondiente a animales de corta edad y alimentados a base de leche. Los ácidos grasos que se obtuvieron en mayor proporción fueron el C16:0, C18:1, C18:0 y C14:0.

Esta composición estuvo afectada por el sexo, siendo prácticamente nulo el efecto del peso de sacrificio. Así las hembras mostraron una mayor proporción de UFA debido principalmente a los ácidos C18:1 y C16:1, mientras que los machos presentaron una mayor proporción de ácidos grasos saturados.

En conclusión, el peso de sacrificio afectó principalmente a la calidad de la carne, mientras que el sexo ha influido principalmente en el engrasamiento y en la composición tisular y regional de la canal.

## PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR Y CLASIFICACIÓN DE LAS CANALES

Los tres sistemas de clasificación de canales según su estado de engrasamiento, han discriminado bastante bien la composición tisular de la canal, aunque para todos los sistemas han aparecido animales que han sido clasificados en una clase que no les corresponde.

No obstante la apreciación visual del engrasamiento por cualquiera de las escalas utilizadas, por si sola no es un buen predictor de la composición tisular de la canal, sobretodo en proporciones.

El peso de la canal fría es un buen predictor por si solo de la cantidad de tejidos de la canal y principalmente del tejido graso.

La predicción a partir de los tejidos de las piezas, principalmente costillar, pierna y espalda, es más exacta que la realizada a partir de las medidas de engrasamiento y conformación estudiadas. No obstante, se pueden

conseguir a partir de estas últimas medidas, una mayor precisión si son utilizadas en combinación, en ecuaciones de predicción múltiples.

**RESUMEN**

## VII. RESUMEN

En el presente trabajo, se han estudiado fundamentalmente las características de las canales de corderos lechales manchegos, así como de su carne y de su grasa. Además se han determinado las ecuaciones de predicción de los tejidos de la canal, a partir de los tejidos de las diferentes piezas y de las medidas tomadas en la canal.

Para ello se han empleado corderos de ambos sexos (machos y hembras) y tres pesos de sacrificio (10, 12 y 14 Kg), que han llevado una alimentación exclusivamente láctea y que han sido criados permanentemente en el aprisco con sus madres. Se utilizaron 27 machos y 22 hembras, de los cuales 17 se sacrificaron a los 10 Kg, 16 a los 12 Kg y 16 a los 14 Kg.

Para el estudio de la calidad de la canal se han examinado sus rendimientos (comercial, matadero y verdadero) y pérdidas (refrigeración y ayuno), y los componentes de quinto cuarto. El engrasamiento de la canal se ha determinado mediante medidas objetivas (medida del espesor de grasa dorsal, peso de los depósitos pelviorrenal, omental y mesentérico) y subjetivas (apreciación visual de la grasa de cobertura e interna). También se valoró la conformación de las canales mediante la apreciación visual de la conformación y las medidas conformacionales de la canal.

Por otra parte se ha estudiado la proporción de piezas y de tejidos de la media canal izquierda, así como la proporción de tejidos de cada pieza.

Para el estudio de la calidad de la carne, se han tomado las medidas del color y pH en los músculos *Longissimus dorsi* y *Semitendinosus*, y de la CRA y colágeno del músculo *Longissimus dorsi*.

También se ha realizado el estudio del color de la grasa, y la composición en ácidos grasos de los diferentes depósitos (intermuscular, intramuscular y subcutáneo), tanto de la pierna como del costillar, así como del depósito pelviorrenal.

Para completar el estudio, se han determinado los coeficientes de correlación entre los tejidos de las piezas y los de la canal, así como con las distintas medidas de la canal, con el fin de obtener ecuaciones de predicción de los tejidos de la canal en función de los mismos. Además debido a las diferencias en la composición tisular observadas entre machos y hembras, se

ha determinado si la interrelación entre tejidos es lo suficientemente diferente como para usar una ecuación de predicción para cada sexo.

En cuanto a los resultados obtenidos, el engrasamiento ha estado principalmente influido por el sexo de los corderos, presentando las hembras unos parámetros de engrasamiento superiores a los de los machos (2.57 mm frente a 1.66 mm de espesor dorsal). En cambio la conformación de la canal ha estado principalmente afectada por el peso de sacrificio, siendo los animales más pesados los mejor conformados.

En relación con la proporción de piezas, los animales sacrificados a los 14 Kg han presentado una mayor proporción de piezas de primera categoría, principalmente debido a la mayor proporción de costillar. En cuanto al sexo, los machos manifiestan un mayor desarrollo del tercio anterior (mayores proporciones de cuello, badal y espalda) y las hembras de la región del costillar, y por tanto estas muestran una mayor proporción de piezas de primera categoría.

La composición tisular de la canal y de las piezas ha estado ligeramente influida por el peso de sacrificio, afectando solamente a la proporción de hueso de la canal, del costillar y del cuello, donde los animales de mayor peso muestran una menor proporción de este tejido. El resto de tejidos de la canal no están afectados por el peso de sacrificio, aunque sí los tejidos de las distintas regiones. Así los animales de 14 Kg presentan una mayor proporción de grasa en el costillar y espalda.

El sexo en cambio afecta más intensamente a la composición tisular de la canal y de las distintas regiones, observándose de manera general, una mayor proporción de grasa en las hembras (19.7% frente a 14.05% en la canal) y una mayor proporción de músculo y de hueso en los machos (54.64% frente a 52.75% para el músculo y 24.56% frente a 22.43% para el hueso, en la canal), que es debido a la mayor precocidad de las primeras.

El peso de sacrificio ha afectado a la distribución del tejido graso, así con el aumento de peso, la grasa tiende a distribuirse en mayor proporción en la región del costillar y en cambio en menor proporción en los bajos. El sexo ha presentado una mayor influencia en la distribución regional de los tejidos, mostrando los machos una mayor proporción de músculo distribuido en la espalda y badal (tercio anterior) y de grasa en el badal y los bajos que las

hembras, y estas han obtenido ambos tejidos en mayor proporción en el costillar.

Los parámetros relacionados con la calidad de la carne han estado principalmente influidos por el peso de sacrificio, siendo el valor y la caída del pH los principales parámetros afectados. El color de la carne también ha estado influido por este factor, así los animales de menor peso presentan unas carnes más claras. El sexo solo influye en la CRA que ha sido mayor en los machos (18.54 frente a 19.94% de jugo expulsado).

En los corderos de nuestro estudio, la composición en ácidos grasos de los distintos depósitos grasos, está caracterizada por una elevada proporción de ácidos grasos de cadena corta, debido a la alimentación láctea que tenían los animales.

Esta composición ha estado principalmente influida por el sexo, siendo prácticamente nulo el efecto del peso de sacrificio. Así en los machos se observa una mayor proporción de C14:0 (en la grasa subcutánea del costillar), de C16:0 (en la intramuscular de la pierna y subcutánea del costillar), de C12:0 (en la subcutánea e intermuscular de la pierna y en la intramuscular del costillar) y de C18:0 (en la intramuscular de la pierna). Mientras que las hembras presentan una mayor insaturación de su grasa debido principalmente a la elevada proporción de UFA (sobre todo C18:1 y C16:1). Estas muestran generalmente una mayor proporción de DFA en sus depósitos.

En cuanto a la predicción de la composición tisular de la canal, se ha visto que las ecuaciones obtenidas a partir de los tejidos de las piezas, son de manera general más precisas, que las realizadas a partir de medidas de engrasamiento y conformación.

El costillar para el músculo y la grasa, y la pierna para el hueso han sido las piezas mejor predictoras de los tejidos en proporción de la canal. Mientras que la pierna y espalda, lo han sido para el músculo y hueso, y el costillar para el tejido graso, en cantidades. Así la ecuación de predicción de la proporción de magro, explica el 84.6% de la variación de este tejido de la canal, utilizando el músculo, la grasa y el hueso del costillar en proporciones. Y la de predicción del magro en gramos, explica el 95.9% de la variación, a partir del músculo, hueso y grasa subcutánea de la pierna en cantidades. La inclusión del sexo en los modelos de predicción prácticamente no ha mejorado la precisión en estas regiones.

La apreciación subjetiva del estado de engrasamiento y de la conformación no han sido buenas predictoras por si solas de la composición tisular de la canal. En cambio, el PCF ha explicado por si sólo el 92.3% de la variación de la cantidad de músculo y el 70.5% de la cantidad de hueso de la canal.

Para mejorar la precisión se han determinado ecuaciones de predicción múltiple a partir de medidas de engrasamiento y conformación, encontrando una precisión baja para la proporción de músculo ( $R^2=0.641$ , DER=1.532) y mayores para la proporción de grasa ( $R^2=0.867$ , DER=1.704) y hueso ( $R^2=0.762$ , DER=0.95). En cambio las ecuaciones múltiples de predicción de los tejidos en cantidades, alcanzan una mayor precisión, obteniendo en todos los casos unos coeficientes de determinación superiores al 0.91.

**SUMMARY**

## VIII. SUMMARY

In this work, the characteristic of the Manchegos suckling lambs carcasses, besides its meat and fat characteristics were studied. Furthermore, the equation of prediction of the carcass tissues from tissues of different joints and carcass measurement were determined.

Lambs from both sex (27 males and 22 females), and three slaughter weight (17 animals at 10 Kg, 16 lambs at 12 Kg and 16 lambs at 14 Kg) were used. All of them were with their mother all the time in the sheepfold.

The dressings (commercial, abattoir and true), losses (refrigeration and fasting), and non-carcass component were studied. The carcass fatness was assessed by objective (back fat thickness, weight of kidney knob and channel fat (KKCF), omental and mesenteric), and subjective measures (fatness score, and KKCF score).

The carcass conformation by visual score and morphometric measurement were assessed. On the other way, the joints and tissues proportion from the left half carcass, besides tissues proportion of each joints were studied.

The colour measure and pH from *Longissimus dorsi* and *Semitendinosus* muscles and water holding capacity (WHC) and collagen of the *Longissimus dorsi* muscle were assessed to study the meat quality.

The fat colour and fatty acid composition from different depots (subcutaneous, intermuscular and intramuscular) in leg, rib and in KKCF depot were carried out.

The correlation coefficients between the tissues of the joints and carcass, and between carcass measures and tissues, were calculated. These correlation coefficients were used to get the equations of prediction. Moreover as the different tisular composition between male and female were observed, different equation of prediction for each sex were calculated.

With regard to results the fatness was mainly affected by lamb sex, showing the females higher levels of fatness than males (2.57 mm vs. 1.66mm back fat thickness). On the other hand, the carcass conformation was affected by the slaughter weight, the heaviest lambs showed the best conformation.

The lambs slaughtered at 14 Kg had a greater proportion of 1<sup>st</sup> category joints, due to the higher proportion of ribs and loin. The males showed a greater develop of forequarter (higher proportion of neck, shoulder and best end of neck), and females showed greater ribs and loins, thus the females had a higher proportion of 1<sup>st</sup> category joints.

The slaughter weight of the lambs showed low effect on tissue composition in carcass and joints. Thus, the proportion of bone in the carcass, ribs and loins and neck, was lower in 14 Kg lambs. The rests of the carcass tissues were not affected by slaughter weight. But the ribs and loins and shoulder fat were influenced by slaughter weight, displayed higher proportion in the heaviest lambs.

The tisular carcass and joints composition was affected by the gender, thus, the proportion of fat was higher in females (19.70% vs. 14.05% in carcass, in males and females respectively), and the muscle and bone proportion was higher in males (54.64 % vs. 52.75% in carcass muscle, and 24.56% vs. 22.43% in carcass bone, in males and females respectively), due to the higher precocity of the females.

Increasing slaughter weight resulted in a higher fat proportion distributed in ribs and loins, and a lower fat proportion distributed in chest. The gender affected in the distribution of the joint tissues, the males displayed a greater proportion of the distributed muscle in shoulder and chest (forequarter) and fat in the best end of the neck and chest than females. Females showed higher proportion of the distributed muscle and fat in the ribs and loins.

The meat quality parameters have been affected by slaughter weight, mainly the pH, fall pH and colour. The lambs at 10 Kg displayed lighter meat. The gender just affected the WHC showing the males expelled less liquid (18.54 vs. 19.94% in males and females respectively).

The fatty acid composition in all the fat depots showed a higher proportion of short-chain fatty acid, this could be related to the high proportion of this fatty acid in milk fat.

This fatty acid composition was affected by the gender and slightly by slaughter weight. The males displayed a greater proportion of C14:0 (in the ribs and loins subcutaneous depot), C16:0 (in the leg intermuscular depot and ribs and loins subcutaneous depots), C12:0 (in the leg subcutaneous and intermuscular depots and in the ribs and loins intramuscular depot) and C18:0

(in the leg intramuscular depot). Whereas the females presented the higher proportion of unsaturated fatty acids due to the great level of monounsaturated fatty acid (C18:1 and C16:1), they showed in the most of the depots a higher proportion of desirable fatty acid as well.

In regard to the prediction of the tisular carcass composition, joints tissues were the best predictors than fatness and conformation measurements.

The ribs and loins was more accuracy joint to predict the muscle and fat proportion of the carcass and leg to predict the bone percentage. Whereas the leg and shoulder were the best predictors to calculated the weight of muscle and bone of the carcass and the ribs and loins for fat quantity. The muscle, fat and bone proportion from ribs and loins explained the 84.6% variation of the lean carcass percentage. The weight of muscle, bone and subcutaneous depot of the leg explained the 95.9% variation of the lean carcass weight. When the gender was included in the model the accuracy hardly increased.

The tisular carcass composition was not accuracy predicted just by the fatness and conformation scores. On the other way the refrigerated carcass weight explained by itself the 92.3% variation of the lean carcass weight and the 70.5% variation of the bone carcass weight.

Multiple regression equations were used to improve the prediction accuracy from fatness and conformation measurements. These multiple regression equations displayed low prediction for muscle proportion ( $R^2=0.641$ ,  $RSD=1.532$ ) and higher for fat ( $R^2=0.867$ ,  $RSD=1.704$ ) and bone ( $R^2=0.762$ ,  $RSD=0.950$ ). On the other hand, the multiple regression equation accuracy was higher when was used weight tissues.

## ***BIBLIOGRAFÍA***

---

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- AALHUS, J.L., PRICE, M.A., SHAND, P.J., y HAWRYSH, Z.J. (1991) Endurance-Exercised growing sheep. II. Tenderness increase and change in meat quality. *Meat Sci.*, 29, 57.
- ABOUGROUN, H., FORREST, J.C., ABERLE, E.D., y JUDGE, M.D. (1985) Shortening and tenderness of prerigor heated beef. I. Effect of heating rate on muscles of youthful and mature carcasses. *Meat Sci.*, 14, 1.
- ALBERTI, P. y SAÑUDO, C. (1987) Efecto del pastoreo y del acabado a pienso en la producción de terneros frisonos nacidos en otoño. Evaluación de las canales y de la cantidad de carne. In ITEA, Vol. 72, pp. 57-64, Zaragoza.
- ALBERTI, P., SAÑUDO, C., LAHOZ, F., JAIME, J., y TENA, T. (1988) Características de la canal y de la carne de terneros cebados con dietas forrajeras y suplementadas con distinta cantidad de pienso. In ITEA, Vol. 76, pp. 3-14, Zaragoza.
- ALBERTI, P., SAÑUDO, C., SANTOLARIA, P., LAHOZ, F., JAIME, J., y TENA, T. (1992) Efecto del empleo de alfalfa deshidratada en dietas de cebo de terneros sobre la calidad de la canal y de la carne. In ITEA, Vol. 88 (2), pp. 158-168, Zaragoza.
- ALBERTI, P., SAÑUDO, C., SANTOLARIA, P., NEGUERUELA, Y., OLLETA, J.L., MAMAQUI, E., CAMPO, M., y ALVAREZ, F.S. (1995) Calidad de la carne de terneros de raza Parda Alpina y Pirenaica cebados con pienso rico en gluten feed y mandioca. In ITEA, pp. 630-632, Zaragoza.
- ALEXANDROVA, N., BANSKALIEVA, V., ANGELOV, A., IVANOV, I., LALEVA, S., y SLAVOVA, P. (1996) Meat quality characteristics and fatty acid composition of triacylglycerols in out-of-season born lambs. In 42nd International Congress of Meat Science and Technology, pp. 204-205, Zaragoza.
- ALFONSO, J. y THOMPSON, J.M. (1996) Changes in body composition of sheep selected for high and low backfat thickness during periods of ad libitum and maintenance feeding. *Anim. Sci.*, 63, 395-406.
- MAPA (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 1999) Boletín Mensual de Estadística, 11.
- MAPA (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 1999) Anuario del Censo y Producción agraria.
- ALLEN, C.E. y FOEGEDING, E.A. (1981) Some lipid characteristics and interaction in muscle foods. A review. *Food Technol.*, 35, 253-257.
- ALLEN, J.J. (1970) The effect of sex, weight and stress on carcass composition, fatty acid variability and organoleptic evaluation of lamb. Tesis Doctoral, Universidad de Wyoming. EEUU.
- ALVI, A.S. (1980) The influence of sex status on meat quality characteristics in sheep. *Fleischwirtschaft*, 60, 2037.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 1996) Hydroxiprolin in meat and meat products. In *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, Vol. 39, pp. 13.
- APARICIO, F., DOMENECH, V., TOVAR, J., y PEÑA, F. (1986) Composición tisular y relaciones entre los tejidos de canales de corderos de raza Merina española. In 2ª Conferencia Mundial del Merino, pp. 85-93, Madrid.
- APARICIO, F., GARCÍA ARROYO, L., y VERA y VEGA, A. (1978) Estudio de las canales de corderos Manchegos y cruzados Suffolk y Frison x Manchego. *Arch. Zootec.*, 27, 41-50.
- APARICIO, F., TOVAR, J., DOMENECH, V., y PEÑA, F. (1987) Despiece y composición tisular de las canales de corderos de raza Merina española: coeficientes de alometría. 2ª Conferencia Mundial del Merino, 49-85.

- APPEL, D. y LÖFQVIST, B. (1978) Meat cooking techniques. I.A. preliminary study of the effect of the rate of heating in water. *Meat Sci.*, 2, 251.
- APPLE, J.K., UNRUH, J.A., MINTON, J.E., y BARLETT, J.L. (1993) Influence of repeated restraint and isolation stress and electrolyte administration on carcass quality and muscle electrolyte content of sheep. *Meat Sci.*, 35, 191-203.
- AUROUSSEAU, B. (1981) Elaboration des lipides corporals et valeur des carcasses des ruminants. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix., I.N.R.A.*, 45, 43-50.
- AUROUSSEAU, B. (1986) Influence de l'alimentation et des facteurs d'élevage sur l'état d'engraissement et la qualité des carcasses chez les ovins. In 11èmes Journées Rech. Ovine et Caprine. INRA-ITOVIC, Paris.
- AVOGARO, P., CAZZOLATO, G., BITTOLO, G., y QUINCI, G.B. (1979) Are apolipoproteins better discriminators than lipids for atherosclerosis?. *Lancet*, 1, 901-903.
- AZIZ, N.N., BALL, R.O., SHARPE, P.H., y McCUTCHEON, B. (1993) Growth, carcass composition and meat quality of crossbred lambs at different slaughter weights. In 39th International Congress of Meat Science and Technology. INRA-ITOVIC, Paris.
- BAILEY, A.J. (1969) The stabilization of the intermolecular crosslinks of collagen with ageing. *Gerontology*, 15, 65.
- BAILEY, A.J., EUSER, M.B., DRANSFIELD, E., RESTALL, D.J., y ARERY, N.C. (1982). En: Muscle hipertrophy of genetic origin and its use to improve beef production. In (ed M.F.M.N. J.W.B. King), pp. 178-202, The Hague.
- BAILEY, A.J. y SIMS, T.J. (1977) Meat tenderness: Distribution of molecular species of collagen in bovine muscles. *J. Sci. Food Agric.*, 28, 565.
- BARNARD, R.J., EDGERTON, V.R., y PETER, J.B. (1970) Effect of exercise on skeletal muscle biochemical and histochemical properties. *J. Appl. Physiol.*, 28, 762.
- BARONE, R. y BERTRAND, M. (1975) Los anabolizantes Vet. Extract., Barcelona. España.
- BARTON, R.A. y KIRTON, A.H. (1958) Carcass weight as an index of carcass components with particular reference to fat. *J. Agric. Sci.*, 50, 331-334.
- BARTON, R.A., PHILLIPS, T.O., y CLARKE, E.A. (1949) Influence of sex on fat lamb quality. *Proc. Ann. Conf. of N.Z. Society of Anim. Prod.*, 9, 66-84.
- BARTON-GADE, P.A. (1981). The measurement of meat quality in pigs post-mortem. In *Porcine stress and meat quality-causes and possible solutions to the problems.* (eds T. Froystein, E. Slinde y N. Standal), pp. 205. Agricultural Food Research Society.
- BEARE-ROGERS, J. (1988) Nutritional attributes of fatty acids. *J.A.O.C.S.*, 65, 91-95.
- BEERMAN, D.H., ROBINSON, T.F., y HOGUE, D.E. (1995) Impact of composition manipulation on lean lamb production in the United States. *J. Anim. Sci.*, 73, 2493-2502.
- BELTRAN, J.A. (1988) Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del rigor mortis y la maduración en músculo de ternasco. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza., Zaragoza. España.
- BELTRAN, J.A. y BOCCARD, R. (1992) El tejido conjuntivo y su influencia sobre la calidad de la canal. In *Ovis: Calidad de la Canal Ovina (II)*, Vol. Marzo nº19, pp. 37-48.
- BENEVENT, M. (1971) Croissance relative pondérale postnatale dans les deux sexes, des principaux tissus et organes de l'agneau Mérinos d'Arles. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 11, 5-39.
- BENGASAUN, A. y REID, J.T. (1965) Effect of physical form, composition and level of intake on diet on fatty acid composition of the sheep carcass. *J. Nutr.*, 87, 239-244.
- BERG, E.P., NEARY, M.K., FORREST, D.L., THOMAS, D.L., y KAUFFMAN, R.G. (1997) Evaluation of electronic technology to assess lamb carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 75, 2433-2444.

- BERG, R. y BUTTERFIELD, R. (1976) New concepts of cattle growth. Universidad de Zaragoza., Sydney.
- BERG, R.T., ANDERSEN, B.B., y LIBORIUSSEN, T. (1978) Growth of bovine tissues.1. Genetic influences on growth patterns of muscle, fat and bone in young bulls. *Anim. Prod.*, 26, 245-258.
- BERIAIN, M.J. y LIZASO, G. (1997). Calidad de la carne de vacuno. In *Vacuno de carne: aspectos clave* (ed C. Buxadé), pp. 493-510. Mundi Prensa, Madrid.
- BERIAIN, M.J., SORET, B., MENDIZABAL, J.A., ARANA, A., HORCADA, A., CHASCO, J., y PURROY, A. (2001) Relación entre el tamaño de los adipocitos, la actividad enzimática lipogénica y la composición en ácidos grasos del depósito sucutáneo de corderos en crecimiento. In *IX Jornadas sobre Producción animal*. ITEA (ed C. Buxadé), Vol. Vol. Extra nº22, pp. 640-642. Mundi Prensa, Madrid.
- BICER, O., GUENEY, O., y PEKEL, E. (1995) Effect of slaughter weight on carcass characteristics of Awassi male lambs. *J. Appl. Anim. Res.*, 8, 85-90.
- BLIGH, E.G. y DYER, W.J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Bioch. Physiol.*, 37, 911-917.
- BLUMER, T.N. (1963) Relationship of marbling to the palatability of beef. *J. Anim. Sci.*, 22, 771.
- BOCCARD, R. (1992) Les caractères qualitatifs des viandes et les effects des facteurs biologiques. In *Jornadas sobre tecnología de valoración de canales y carnes y defensa de la calidad de los productos ganaderos*. Feria internacional Ganadera. 5º Centenario., pp. 10, Zafra. España.
- BOCCARD, R. y BORDES, P. (1986) Caractéristiques qualitatives et technologiques des viandes bovines: influence des facteurs de production. *Production Des Viandes Bovines*. INRA, Paris, 61-84.
- BOCCARD, R. y DUMONT, B.L. (1955) Étude de la production de la viande chez les ovins. I. La coupe des carcasses. Définition d'une découpe de référence. *Anim. Zootech.*, 12, 227-230.
- BOCCARD, R. y DUMONT, B.L. (1960a) Note sur la mesure et la variation de l'adiposité des carcasses d'agneau. In *6ª Réunion des instituts de recherche sur les viandes.*, Utrecht. 29aug. - 03 sept.
- BOCCARD, R. y DUMONT, B.L. (1960b) Etude de la production de la viande chez les ovins. II.-Variation de l'importance relative des différents régions corporelles de l'agneau de boucherie. *Ann. Zootech*, 9, 355-363.
- BOCCARD, R. y DUMONT, B.L. (1970) Étude de l'accroissement relatif de la musculature en fonction de la vitesse de croissance corporelle chez l'agneau (*Ovis aries*). *C. R. séances Soc. Biol.*, 164, 1251-1253.
- BOCCARD, R. y DUMONT, B.L. (1976) La qualité des carcasses ovines. *2emes Journées de la Recherche Ovine et Caprine.*, 38.
- BOCCARD, R., DUMONT, B.L., y LEFEBVRE, J. (1962) Étude de la production de la viande chez les ovins. V. Note le sur la croissance relative des régions corporelles de l'agneau. *Ann. Zootech*, 11, 257-262.
- BOCCARD, R., DUMONT, B.L., y LEFEBVRE, J. (1976) Étude de la production de la viande chez les ovins. X. Relations entre la composition anatomique des différents régions corporelles de l'agneau. *Ann. Zootech*, 25, 95-110.
- BOCCARD, R., DUMONT, B.L., y PEYRON, C. (1958) Valeur significative de quelques mensurations pour apprécier la qualité des carcasses d'agneaux. In *4th. Meet. Europ. Meat Research Workers Camb.*, pp. 15, Camb.
- BOCCARD, R., DUMONT, B.L., y PEYRON, C. (1964) Étude de la production de la viande chez les ovins. VIII. Relations entre les dimensions de la carcasse d'agneau. *Ann. Zootech*, 13, 367-378.

- BOCCARD, R., NAUDE, R.T., CRONJE, D.E., SMITH, M.C., VENTER, H.J., y ROSSOUW, E.J. (1979) The influence of the age, sex and breed of cattle on their muscle characteristics. *Meat Sci.*, 3, 261.
- BOCCARD, R., VALIN, C., y BONAITI, B. (1980) Effect of genotype on pigment, lipid and collagen content of the Longissimus dorsi muscle in young bulls. In 26e Congrès Europ. Chercheurs Viande, Vol. 1, pp. 271, Colorado Springs.,.
- BODY, D.R. (1988) The lipid composition of adipose tissue. *Prog. Lipid Res.*, 27, 39-60.
- BOE 11/10/96, Orden de 19 septiembre de 1996, 246/1996, Ratifica el Reglamento de la Denominación Específica "Cordero Manchego" y de su Consejo Regulador, pp. 30601.
- BOE 29/09/87, Orden de 24 septiembre de 1987, 233/1987, Modifica la Orden 18/09/75 que aprueba la norma de calidad para canales de ovino, pp. 29005.
- BOE 30/09/75, Orden de 18 de Septiembre de 1975, Norma de calidad para canales de ovino destinadas al mercado nacional.
- BOLEMAN, S.J., BOLEMAN, S.L., SAVELL, J.W., MILLER, R.K., CROSS, H.R., WHELLER, T.L., KOOHMARAIAE, M., SHACKELFORD, S.D., MILLER, M.F., WEST, R.L., y JOHNSON, D.D. (1995) Consumer evaluation of beef of known tenderness levels. In 41st International Congress of Meat Science and Technology, San Antonio, TX.
- BONANOME, A. y GRUNDY, S.M. (1987) Stearic acid does not raise serum cholesterol. *Clin. Res.*, 35, 365-369.
- BORSTEIN, P. y PIEZ, K.A. (1966) The nature of the intermolecular crosslinks in collagen. *Biochemistry*, 5, 3460.
- BORSTEIN, P. y TRAUB, W. (1979). The chemistry and biology of collagen. In *The Proteins* (eds H. Neurath y R.H. Hill), Vol. 4, pp. 412, Academic Press. New York.
- BOTKIN, M.P., FIELD, R.A., y JOHNSON, C.L. (1988). Sheep and Wool: Science, Production and Management. In (eds Prentice Hall y N.J. Englewood Cliffs).
- BOURFIA, M. y ECHINGUER, M. (1991) Prediction of carcass composition for D`Man lambs. *Options Méditerranéennes. Series Séminaires.*, 13, 129-132.
- BOUTON, P.E., HARRIS, P.V., y SHORTHOSE, W.R. (1971) Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *J. Food Sci.*, 36, 435-439.
- BOYLAN, W.J., BERGE, Y.M., y ALLEN, C.E. (1976) Fatty acid composition of Finn sheep crossbreed lamb carcasses. *J. Anim. Sci*, 42, 1421-1426.
- BOZZOLO, G., BOUILLIER-LOUDOT, M., DE BOISSESON, E., GHASSAN, M., y GRASSET, D. (1990) Influence des performance zootechniques sur les caractéristiques des tissus adipeux d'agneaux de bergerie sevrés précocement et alimentés avec un régime à forte concentration énergétique. *Ann. Zootech*, 39, 77-94.
- BOZZOLO, G., BOUILLIER-LOUDOT, M., QUENARDELLE, P., GRASSET, D., y MANSE, H. (1992) Influence de l'incorporation de saindoux dans l'aliment concentré sur la croissance et les qualités de carcasse chez l'agneau mâle sevré précocement. *Ann. Zootech*, 41, 205-221.
- BRAGGINS, T.J. y FROST, D.A. (1997) The effect of extended chilled storage in CO<sub>2</sub> atmosphere on the odour and flavour of sheep-meat as assessed by sensory panel and an electronic nose. 43th International Congress of Meat Science and Technology, 198-199.
- BRAY, A.R., GRAAFHUIS, A.E., y CHRYSTALL, B.B. (1989) The acumulative effect of nutritional shering and preslaughter washing stresses on the quality of lamb meat. *Meat Sci.*, 25, 59-67.
- BRAZAL, T. y BOCCARD, R. (1977) Efectos de dos tratamientos antemortem sobre la calidad de la canal y de la carne de cordero. *An. INIA. Ser.: Prod. Anim.*, 8, 97-125.

- BREDON, R.M., STEWART, P.G., y DUGMORE, T.J. (1987). Nutritive value and chemical composition of commonly used South African Farm Feeds. In., Natal Region, Department of Agriculture and water Supply.
- BRISKEY, E.J., BRAY, R.V., HOEKSTRA, W.G., PHILLEPS, P.H., y GRUMMER, R.H. (1959) The effects of exhaustive exercise and high sucrose regime on certain chemical and physical pork ham muscle characteristics. *J. Anim. Sci*, 18, 173.
- BRISKEY, E.J. y BRAY, R.W. (1964) A special study of the beef grade standarts. In American National Cattlemen's Association. (ANCA).
- BRUWER, G.G., NAUDE, R.T., y VOSLOO, W.A. (1987b) An evaluation of the lamb and mutton carcass grading system in the Republic of South Africa. 3. Fatness score, conformation score and carcass mass as predictors of carcass composition. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 17, 90-94.
- BRUWER, G.G., NAUDE, R.T., VOSLOO, W.A., DU TOIT, M.M., y CLOETE, A. (1987a) An evaluation of the lamb and mutton carcass grading system in the Republic of South Africa. 2. The use of fat measurements as predictors of carcass composition. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 17, 85-89.
- BULL, R.P., MCKEITH, F.K., NOVAKOFSKI, J.E., y DRACKLEY, J.K. (1994) Evaluation of color, palatability and nutritional characteristics of different types of veal. *Anim. Sci.*, supl.1, 371.
- BUSBOOM, J.R., MILLER, G.J., FIELD, R.A., CROUSE, J.D., RILEY, M.L., NELMS, G.E., y FERRELL, C.L. (1981) Characteristics of fat from heavy ram and wether lambs. *J. Anim. Sci*, 52, 83-92.
- BUTLER-HOGG, B.W. y BROWN, A.J. (1986) Muscle weight distribution in lambs: a comparison of entire male and female. *Anim. Prod.*, 42, 343-348.
- BUTTERFIELD, R.M. (1988). The progress to maturity at 100 kg. liveweight of actual weights of carcass tissues of a Merino ram relative to progress to maturity of liveweight. In *New Concepts of Sheep Growth.*, pp. 168, Department of Veterinary Anatomy. University of Sidney. Epping NSW 2121. Australia.
- BUTTERFIELD, R.M., REDDAKLIF, K.J., THOMPSON, J.M., ZAMORA, J., y WILLIAMS, J. (1984) Changes in body composition relative to weight and maturity of Australian Dorset Horn rams and wethers. 2. Individual muscles and muscle groups. *Anim. Prod.*, 39, 259-267.
- BUTTERFIELD, R.M., ZAMORA, J., JAMES, A.M., THOMPSON, J.M., y REDDAKLIF, K.J. (1983) Changes in body composition relative to weight and maturity in large and small strains of Australian Merino rams. 3. Body organs. *Anim. Prod.*, 36, 461-470.
- CABASSI, P. (1990) The prediction of lamb carcass composition from objective measurements of fatness taken at slaughter chain speed with the AUS- Meat sheep probe. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 18, 164-168.
- CABRERO, M. (1984) Crecimiento y características de la canal de corderos merinos. Influencia del peso de sacrificio del sexo y de la incorporación de pulpa de aceituna a la dieta. Tesis Doctoral, I.N.I.A., Córdoba. España.
- CABRERO, M. (1991) Efecto de la edad y el sexo sobre algunos componentes de la canal en corderos de Raza Gallega. In ITEA, Zaragoza.
- CAMPO, M.M., SAÑUDO, C., SIERRA, I., OLLETA, J.L., HORCADA, A., y DOMEQUE, O. (1995) Efecto del destete sobre la calidad de la grasa en el ternasco de Aragón. In XX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia., Madrid.
- CANNON, D.J. y DAVISON, P.F. (1978) Crosslinking in the type III collagen of fetal tissue. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 85, 1373.

- CANTERO, M., LÓPEZ, D., PÉREZ, C., VELASCO, S., SANCHA, J.L., CAÑEQUE, V., RUIZ DE HUIDOBRO, F., GAYAN, J., GÓMEZ, A., y GARCÍA, C. (1996) Producción de carne en corderos lechales de la raza Talaverana. III. Composición tisular de las piezas de la canal. In XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 595-601, Logroño.
- CAÑEQUE, V., LAUZURICA, S., LÓPEZ, D., CANTERO, M.A., RUIZ DE HUIDOBRO, F., PÉREZ, C., J., G., SANCHA, J.L., y VELASCO, S. (1996) Producción de carne en corderos lechales de raza Talaverana. I. rendimientos en el matadero e importancia de los despojos. In XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 603-609, Logroño.
- CAÑEQUE, V., LAUZURICA, S., PEREZ, C., HUIDOBRO, F., VELASCO, S., GAYAN, J., DIAZ, M.T., SANCHA, J.L., y CANTERO, M.A. (1998) Efecto del sistema de destete en la calidad de la canal de corderos de raza Talaverana sacrificados a dos pesos. I. Parámetros productivos al sacrificio. In XXIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia., pp. 113-116, Vitoria-Gasteiz.
- CAÑEQUE, V., LAUZURICA, S., VELASCO, S., RUIZ DE HUIDOBRO, F., PEREZ, C., DIAZ, M.T., MANZANARES, C., y ONEGA, E. (1999) Engorde de corderos de raza Talaverana en pastoreo ó aprisco con distintos sistemas de alimentación. I. Efecto sobre la calidad de la canal. In XXIV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 433-437, Soria.
- CAÑEQUE, V., RUIZ DE HUIDOBRO, F., DOTZ, V., y HERNANDEZ, J.A. (1989). Producción de carne de cordero. In Colección Técnica. (ed MAPA), pp. 520.
- CAÑEQUE, V., RUIZ DE HUIDOBRO, F., HERNANDEZ, J.A., y DOLZ, J.F. (1990). Comparison between four fattening systems for lambs and their effects on carcasse quality. In 41st Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Toulouse (Francia).
- CAPORASO, E., SINK, J.D., DIMICK, P.S., MUSSINAN, C.J., y SAUDERSON, A. (1977) Volatile flavor constituents of ovine adipose tissue. *J. Agric. Food Chem.*, 25, 1230-1233.
- MÉTODOS DE ANÁLISIS DE PRODUCTOS CÁRNICOS, (1979) Anejo II. BOE 29/8/1979. pp.2595-2603.
- CARRICK, E.D., ELLERGY, S., y AVERILL, S. (1984) Responses of different types of muscles to electrical stimulation. *Meat Sci.*, 10, 35.
- CARROLL, M.A. y O`CARROLL, F.M. (1964) Differences between left and right sides of lamb carcasses. *Ir. J. Agric. Res*, 3, 223-237.
- CASEY, N.H., VAN NIEKERK, W.A., y SPREETH, E.B. (1988) Fatty acid composition of subcutaneous fat of sheep grazed on eight different pastures. *Meat Sci.*, 23, 55-63.
- CASTELLI, W.P., DOYLE, J.T., GORDON, T., HAMES, C.G., HLORTAND, M.C., HULLEY, S.B., KAGAN, A., y ZUKEL, W.J. (1977) HDL cholesterol and other lipids in coronary heart disease, The cooperative lipoprotein phenotyping study. *Circulation*, 55, 767-772.
- CEÑA, P., JAIME, I., BELTRAN, J.A., y RONCALÉS, P. (1992) Proteolytic activity of isolated lamb calpains on myofibrils under the conditions of pH, Ca<sup>2+</sup> concentration and temperature existing in post-mortem muscle. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 194, 248.
- CEPERO, R. y SAÑUDO, C. (1996) Definición y medición de las características de la calidad de la carne de ave. In Jornadas Técnicas de Avicultura., Arenys de Mar, 10-13 Junio de 1996.
- CHAMBERS, E.N. y BOWERS, J.R. (1993) Consumer perception of sensory quality in muscle foods. *Food Technol.*, 116-120.
- CHANG, T.S., EVANS, R., y HOOD, R.L. (1980) Sire effect of fatty acid composition of ovine adipose tissue. *J. Anim. Sci*, 51, 1314-1320.
- CHARLEY, H. y GOERTZ, G.E. (1958) The effects of oven temperature on certain characteristics of baked salmon. *Food Res.*, 23, 17.

- CHARPENTIER, J. (1967) Calidad de la canal y de la carne. In CNRZ., Jouy-en-Josas., France.
- CHARPENTIER, J. y GOUTEFONGEA, R. (1966) Influence de l'excitation ante-mortem chez le porc sur quelques caractéristiques physico-chimiques du muscle. *Ann. Zootech*, 15, 353-359.
- CHEFTEL, C. (1972) Solubilisation enzymatique continue du concentré protéique de poisson. Essai de recyclage des enzymes. *Ann. Technol. Agric.*, 21, 423.
- CHOUN, H.S., KINSMAN, D.M., HALL, K.N., y HOAGLAND, T.A. (1986) Comparison of palatability characteristics of rib eye steaks by grades, cooks by conventional oven broiling and microwave cookery. In 32th EUR. MEET. Meat Res. Workers, Vol. 7, pp. 12.
- CHRISTIE, W.W. (1978) The composition, structure and function of lipids in the tissue of ruminant. *Prog. Lipid Res.*, 17, 111-205.
- CHRISTIE, W.W. (1981). The composition, structure and function of lipids in the tissues of ruminant animals. In *Lipids Metabolism in Ruminant Animals*. (ed W.W. Christie.), pp. 95-191. Pergamon Press, New York.
- CHRYSTALL, B.B., DEVINE, C.E., SNODGRASS, M., y ELLERY, S. (1982) Tenderness of exercise-stressed lambs. *N. Z. J. Agric. Res.*, 25, 331.
- CIE (Comission Internationale de l'Eclairage, 1986) *Colorimetry*, 2nd Ed. Vienna.
- CIRIA, J. y ASENJO, B. (1997). Bases de la producción de lechazos. In *Ovino de leche: Aspectos claves* (ed Mundi-Prensa), pp. 283-297.
- CLARKE, E.A. y McMEEKAN, C.P. (1952) New Zealand lamb and mutton. *N. Z. J. Sci. Technol. Agr*, 33, 1-15.
- COBOS, A., DE LA HOZ, L., CAMBERO, M.I., y ORDOÑEZ, J.A. (1994) Revisión: Influencia de la dieta animal en los ácidos grasos de los lípidos de la carne. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, 34, 35-51.
- COLOMER-ROCHER, F. (1972) Valor significativo de algunas medidas de corderos procedentes del cruce Castellano X Landschaf. In *Publicación técnica*, U.S. Feed Grains Council., Madrid.
- COLOMER-ROCHER, F. (1973) Exigencias de calidad en la canal. *An. INIA. Ser.: Prod. Anim.*, 4, 117-132.
- COLOMER-ROCHER, F. (1974) Tabla para la clasificación de las canales ovinas. *Hoja Técnica. INIA nº3*. Madrid.
- COLOMER-ROCHER, F. (1978) La clasificación de canales ovinas y bovinas y su posible homologación. In *Symposium sobre la problemática de la clasificación de canales ovinas y bovinas*, pp. 34. IAMZ, Zaragoza.
- COLOMER-ROCHER, F. (1984) Características generales del mercado internacional de carne ovina., *Institución Fernando el Católico, Diputación Provincial de Zaragoza*. Zaragoza.
- COLOMER-ROCHER, F. (1986) Producción de canales ovinas frente a las exigencias del Mercado Común Europeo. *Interés de la denominación de origen del Ternasco de Aragón*, Zaragoza.
- COLOMER-ROCHER, F., DELFA, R., y SIERRA, I. (1988) Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales ovinas producidas en el área mediterránea según los sistemas de producción. *Cuadernos INIA.*, 17, 19-41.
- COLOMER-ROCHER, F., DUMONT, B.L., y MURILLO, N.L. (1972) Descripción del despiece ovino Aragonés y definición de un despiece de referencia normalizado. *An. INIA. Ser.: Prod. Anim.*, 3, 79-108.
- COLOMER-ROCHER, F. y ESPEJO, M. (1971) Determinación del peso óptimo de sacrificio de los corderos procedentes del cruzamiento Manchego x Rasa Aragonesa, en función del sexo. *An. INIA. Ser.: Prod. Anim.*, 1, 103-132.

- COLOMER-ROCHER, F. y ESPEJO, M. (1973) Influencia del peso al sacrificio y del sexo sobre las características de las canales de cordero de raza Rasa Aragonesa. An. INIA. Ser.: Prod. Anim., 4, 133-150.
- COLOMER-ROCHER, F. y KIRTON, A.H. (1975) Las bases de la clasificación de canales ovinas. Análisis de la nueva clasificación de canales ovinas para exportación en Nueva Zelanda. In ITEA, Vol. 21, pp. 26-57, Zaragoza.
- COMA (Committee on the Medical Aspects of Food for Policy, 1984) Diet and Cardiovascular Disease, London.
- CONNOLLY, J.F. (1974) Making polyunsaturated foods. Farm and Food Res., 5, 41-43.
- COSTELL, E. y DURAN, L. (1981) El análisis sensorial en el control de la calidad de los alimentos. I. Introducción. II. Planteamiento y planificación: selección de pruebas. III. Planificación, selección de jueces y diseño estadístico. IV. Realización y análisis de datos. Rev. Agroquim. Technol. Aliment., 21-22.
- CRAMER, D.A. (1962) Genetic and environmental effect on fat composition of lambs. Proc. Recip. Meat Conf., 15, 173.
- CRAMER, D.A. (1983). Chemistry of Meat flavor. In Flavor Chemistry of Lipid foods, pp. 166-189. Min D.; Smouse T.H. American of Oil Chemist Society., Champaign, Illinois.
- CRAMER, D.A., BARTON, R.A., SHORLAND, F.B., y CZOCHANSKA, Z. (1967) J. Agric. Sci., 69, 367-373.
- CROSS, H.R. (1977) Effects of amount, distribution and texture of marbling on cooking properties of beef Longissimus. J. Food Sci., 42, 182-185.
- CROUSE, J.D., FIELD, R.A., CHANT, J.L., Jr. FERREL, C.L., SMITH, G.C., y HARRISON, V.L. (1978) Effect of dietary ingredient, sex and slaughter weight on cooked meat flavor profile of market lamb. J. Anim. Sci, 47, 1207.
- CUBERO, G. y SAÑUDO, C. (1979) Diferencias en disección y despiece entre las dos medias canales del ganado ovino. In IV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, Zaragoza.
- CUTHBERTSON, A. y KEMPSTER, A.J. (1978). Sheep carcass and eating quality. In The Management and Diseases of Sheep (ed T.B. Council). British Council Special Course. 5-17 de marzo, The Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough (Reino Unido).
- DAHL, O. (1962). Effect of castration on composition of the depot fats in ruminants. In Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. (ed A.T. Phillipson), pp. 504-518. Oriel Press, Newcastle-upon-Tyne.
- DAVIS, C.L., SMITH, G.C., CARPENTER, Z.L., DUTSON, T.R., y CROSS, H.R. (1979) Tenderness variations among beef steaks from carcasses of the same USDA quality grade. J. Anim. Sci, 49, 103-114.
- DE BOER, H., DUMONT, B.L., POMEROY, R.W., y WENIGER, T.H. (1974) Manual on E.A.A.P. reference methods for the assessment of carcass characteristics in cattle. Liv. Prod. Sci., 1, 151-164.
- DELFA, R., (1992) Clasificación de canales ovinas en la C.E.E. El quinto cuarto., pp 114, Dirección General de Producción Agraria. Zaragoza.
- DELFA, R., GONZALEZ, C., y TEIXEIRA, A. (1996) Use of cold carcass weight and fat depth measurements to predict carcass composition of Rasa Aragonesa lambs. Small Rum. Res., 20, 267-274.
- DELFA, R., TEIXERA, A., y COLOMER, F. (1987) Relaciones existentes entre la conformación y la condición corporal en ovejas adultos de la raza Rasa Aragonesa. In ITEA, Vol. 7, pp. 132-134, Zaragoza.

- DELFA, R., TEIXERA, A., GONZALEZ, C., TOR, M., y GOSALVEZ, L.F. (1998) Espesores de grasa, músculo y peso de la canal fría como predictores de la composición de la canal y de los diferentes depósitos adiposos del cuerpo de cabras adultas. In XXIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia., pp. 145-149, Vitoria-Gasteiz.
- DEPARTAMENT OF HEALTH (1994). Report on Health and social subjects. Nº46. Nutritional Aspects of cardiovascular disease. HMSO, London.
- DEVINE, C.E., GRAAFHUIS, A.E., MUIR, P.D., y CHRYSTALL, B.B. (1993) The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Sci.*, 35, 63-77.
- DHANDA, J.S., TAYLOR, D.G., McCOSKER, J.E., y MURRAY, P.J. (1999) The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 3. Dissected carcass composition. *Meat Sci.*, 52, 369-379.
- DIESTRE, A. (1985) Estudio de los factores biológicos determinantes del desarrollo de las canales de cordero y de sus características comerciales. Tesis Doctoral. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- DIKEMAN, M.E. y TUMA, H.J. (1971) Bovine muscle tenderness as related to protein solubility. *J. Food Sci.*, 36, 190.
- DOMENECH, V., APARICIO, F., TOVAR, J., y PEÑA, F. (1986) Diámetros que determinan la conformación en canales de cordero de raza Merina española. In 2ª Conferencia Mundial del Merino, pp. 73-83, Madrid.
- DRANSFIELD, E. (1992) Optimisation of tenderisation, ageing and tenderness. In 38th International Congress of Meat Science and Technology, Vol. 1, pp. 71, Clermont-Ferrand. France.
- DRANSFIELD, E., GEOFFREY, R., NUTE, G.R., McDOUGALL, D.B., y RHODES, D.N. (1979) The effect of breed on eating quality of cross breed lambs. *J. Sci. Food Agric.*, 30, 805-808.
- DRANSFIELD, E., NUTE, G.R., HOGG, B.W., y WALTERS, B.R. (1990) Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs. *Anim. Prod.*, 50, 291-299.
- DRANSFIELD, E., NUTE, G.R., ROBERTS, T.A., BOCCARD, R., TOURAILLE, C., BUCHTER, L., CASTEELS, M., COSENTINO, E., HOOD, D.E., JOSEPH, R.L., SCHON, I., y PAARDEKOOOPER, E.J.C. (1984) Beef quality assessed at European research centres. *Meat Sci.*, 10, 1-10.
- DRANSFIELD, E., RHODES, D.N., NUTE, G.R., ROBERTS, T.A., BOCCARD, R., TOURAILLE, C., BUCHTER, L., HOOD, D.E., JOSEPH, R.L., SCHON, I., CASTEELS, M., COSENTINO, M., y TINBERGEN, B.J. (1982) Eating quality of european beef assessed at five research institutes. *Meat Sci.*, 6, 163.
- DREYER, J.H., NAUDE, R.T., HENNING, J.W.N., y ROSSOUW, E. (1977) The influence breed, castration and age on muscle fibre type and diameter in Friesland and Afrikaner cattle. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 7, 171-180.
- DRYDEN, F.D. y MARCHELLO, J.A. (1970) Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palability of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.*, 31, 36-41.
- DRYDEN, F.D., MARCHELLO, J.A., FIGROID, W.C., y HALE, W.H. (1973) Composition changes in bovine subcutaneous lipid as influenced by dietary fat. *J. Anim. Sci.*, 36, 19.
- DUMONT, B.L. (1990) Variation of ham conformation and relation to the muscle/bone ratio. In Journées de la recherche porcine en France, Vol. 22, pp. 43-49.
- DUMONT, B.L. y VALIN, C. (1982). Chapitre VI. Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes (rappel sur la composition et la structure de la viande). In Hygiène et technologie de la viande fraîche. C.N.E.R.N.A. Commission "Viandes et produits carnés". Centre National de la Recherche Scientifique., Paris.
- DUNN, A.A., KILPATRICK, D.J., y GAULT, F.S. (1993) Influence of ultimate pH, sarcomere length and cooking loss on the textural variability of cooked M. Pectoralis major from free range and standard broilers. *Brit. Poultry Sci.*, 34, 663-675.

- DUTSON, R.T. (1983) The measurement of pH in muscle and its importance to meat quality. Reciprocal meat conference proceeding., 36, 92-97.
- EDWARDS, H., DENMAN, J.F., ABOU-ASMOUR, A., y NUGARA, D. (1973) Influence of age, sex and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. Poultry Sci., 52, 934-948.
- EICHBORN, J.M., COLEMAN, L.J., WAKAYAMA, F.J., BLOMQUIST, G.J., BAILEY, C.M., y JENKINS, C. (1986) Effect of breed type restricted versus ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from mature bovine females. J. Anim. Sci., 63, 781-794.
- ELLIS, M., WEBSTER, G.M., MERRELL, B.G., y BROWN, I. (1997) The influence of terminal sire breed on carcass composition and eating quality of crossbred lambs. Anim. Sci., 64, 77-86.
- ENSER, M., HALLETT, K., HEWELT, B., FURSEY, G.A., y WOOD, J.D. (1996) Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. Meat Sci., 42, 443-456.
- ENSER, M., HALLETT, K., HEWELT, B., FURSEY, G.A., WOOD, J.D., y HARRINGTON, G. (1998) Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. Meat Sci., 43, 329-341.
- ESPEJO, M., SERRANO, A., GARCÍA, J.C., y AMICHIE, L. (1982) Cruzamientos de moruecos Romanov con ovejas Merinas españolas para mejorar los caracteres reproductivos. In II Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Ganadera., Vol. VIII, pp. 770-780, Madrid. España.
- ESPEJO, M., VALLS, M., y COLOMER-ROCHER, F. (1974) Ensayo comparativo del cruce de una raza ovina española con moruecos de raza Finlandesa y con otros tipos de aptitud cárnica. In I Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Ganadera. 7-11 de octubre, Madrid. España.
- ESSEN-GUSTAVSSON, B., LUNDSTRÖM, K., LARSSON, G., LINDHOLM, A., NORDIN, A.-C., HANSSON, I., y TORBERG, E. (1988). In Congr. Meat Sci. Technol., Vol. 34, pp. 27.
- FAHMY, M.H., BOUCHER, J.M., POSTE, L.M., GREGOIRE, R., BUTTLER, G., y COMEAU, J.E. (1992) Feed efficiency carcass characteristics and sensory quality of lambs with or without prolific ancestry fed diets with different protein supplements. J. Anim. Sci., 70, 1365-1374.
- FAILLA, S., IACURTO, M., GIGLI, S., MORMILE, M., BONANNO, A., y ALABISO, M. (1996) Cooking effect on chemical and physical quality of frozen longissimus dorsi on lambs. 42th International Congress of Meat Science and Technology, 132-133.
- FALAGAN, A. (1980) Estudio del cruce industrial en el ganado ovino. Influencia de la raza paterna en las características de producción de los corderos cruzados. Tesis Doctoral., Universidad de Córdoba, Córdoba. España.
- FALAGAN, A. y GARCÍA DE SILES, J.L. (1986) Influencia de la raza paterna en la producción de corderos procedentes de cruzamientos industriales con Rasa Aragonesa. I) Características de crecimiento. II) Características de la canal. An. INIA. Ser.: Prod. Anim., 1, 11-23 y 24-38.
- FAUSTMAN, C., CASSENS, R.G., SCHAEFER, D.M., BEUGE, D.R., WILLIAMS, H.L., y SCHELLER, K.K. (1989) Improvement of pig meat and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. J. Food Sci., 54, 858-862.
- FIELD, R.A. (1971) Effect of castration on meat quality and quantity. J. Anim. Sci., 32, 849.
- FIELD, R.A., KEMP, J.D., y VARNEY, W.Y. (1963) Indices for lamb carcass composition. J. Anim. Sci., 22, 218-221.
- FIELD, R.A., MAIORANO, G., McCORMICK, R.J., RILEY, M.L., RUSSELL, W.C., WILLIAMS, F.L., y CROUSE, J.D. (1990) Effect of plane of nutrition and age on maturity of sheep. J. Anim. Sci., 68, 1616-1623.

- FIELD, R.A., RULE, D.C., y RILEY, M.L. (1992) Characteristics of fat from heavy lambs fed a 90% corn diet or alfalfa pellets. *Sheep Res. J.*, 8, 77-80.
- FISCHER, C. y HAMM, R. (1980) Biochemical studies on fast glycolysing bovine muscle. *Meat Sci.*, 4, 41.
- FISHELL, V.K., ABERLE, E.D., y PERRY, T.W. (1985) Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. *J. Anim. Sci.*, 61, 151-157.
- FLAMANT, J.C. (1990) Sistemas de producción de ovino lechero en el área mediterránea. In Seminario CIHEAM de especialización sobre producción y calidad en ovino de leche., pp. 20, Zaragoza. España.
- FLAMANT, J.C. y BOCCARD, R. (1966) Estimation de la qualité de la carcasse des agneaux de boucherie. *Ann. Zootech.*, 15, 89-113.
- FLANZY, J. (1972) Evolution de la constitution des graisses de réserve en fonction des nouvelles techniques d'élevage. Introduction. *Revue Française des Corps Gras.*, 19, 359-364.
- FLORES, A., ROSMINI, M.R., TOIBERO, J.C., y ALTHAUS, R. (1992) The influence of waiting times at the slaughterhouse on bovine blood parameters. *Fleischwirtschaft*, 72, 1414-1415, 1432-1433.
- FORCADA, F. (1985) Estudio etnológico y productivo de la agrupación ovina Roya Bibilitana. Tesis Doctoral., Fac. Veterinaria. Zaragoza, Zaragoza.
- FORREST, J.C., ABERLE, E.D., HEDRICK, H.B., JUDGE, M.D., y MERKEL, R.A. (1979) Fundamentos de ciencia de la carne., Acribia. Zaragoza.
- FORREST, R.J. (1981) Effect of high concentrate feeding on the carcass quality and fat coloration of grass reared steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 61, 575-580.
- FOURIE, P.D. (1965) Growth and development of sheep with special reference to New Zealand breeds. Thesis. Thesis, University of Pretoria, Pretoria.
- FRECKLETON, A. (1987) Nutrition labelling: the role of government food industry consumer advocates and consumers in the development of nutrition labelling. PhD Thesis, University of Bradford.
- FRIEND, D.W., KRAMER, J.K.G., y FORTIN, A. (1983) Effect of age, sex and strain on the fatty acid composition of gosse muscle and depot fats. *J. Food Sci.*, 48, 1442-1444.
- FRITZ, I.B.D., DAVIS, G., HOLTRAB, R.H., y DUNDEE, H. (1958) Fatty acid oxidation by skeletal muscle during rest and activity. *Am. J. Physiol.*, 194, 379.
- FURNIVAL, E.P., CORBETT, J.L., y SHORTHOSE, W.R. (1977) Meat properties of lamb grown to 32 kg at various rates of phalaris or lucerne pastures and an apparent effect of pre-slaughter ambient temperature. *J. Agric. Sci. Camb.*, 88, 207.
- GALLEGO, L., ALBIÑANA, B., TORRES, A., MOLINA, A., BALASCH, S., RODRIGUEZ, M., FERNANDEZ, N., DIAZ, J.R., y CAJA, G., (1993) Caracterización de los sistemas de explotación de ganado ovino en Castilla-la Mancha. Universidad de Castilla-La Mancha. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.
- GALLEGO, L., CAJA, G., SUCH, X., y MOLINA, M.P. (1991) La producción de leche de oveja en Castilla-La Mancha y el sistema de producción en la raza Manchega. *Ovis*, 16, 29-54.
- GALLEGO, L. y TORRES, A. (1994). Principales producciones y su evolución. In *Ganado Ovino: Raza Manchega.* (ed E. Mundi-Prensa), pp. 281-314.
- GARCÍA, P.T. y CASAL, J.J. (1992) 38th International Congress Meat Science and Technology, Vol. 2, pp. 53.
- GARCIA, P.T., PENSEL, N.A., y MARGARIA, C.A. (1995) Lipids from lamb meat. In 41st International Congress Meat Science and Technology., pp. 56, San Antonio, Texas (USA).

- GARRET, R.P., EDWARDS, H., SAVELL, J.W., y TATUM, J.D. (1992) Evaluation of the Hennessy Grading Probe to predict yields of lamb carcasses fabricated to multiple end points. *J. Anim. Sci.*, 1146-1152.
- GARTON, G.A. (1960) Fatty acid composition of the lipids of pasture grasses. *Nature (London)*, 187, 511-512.
- GARTON, G.A. y DUNCAN, W.R.H. (1969) *Brit. J. Nutr.*, 23, 421-427.
- GARTON, G.A., HOVELL, F.D.D.B., y DUNCAN, W.R.H. (1972) Influence of dietary volatile fatty acids on the fatty acid composition of lamb triglycerides, with especial reference to the effect of propionate on the presence of branched chain components. *Brit. J. Nutr.*, 28, 409.
- GERMAN, J.B. (1990) Muscle lipids. *J. Muscle Foods*, 1, 339-361.
- GIRARD, J.P. (1986) Tissus adipeux, qualités organoleptiques et aptitudes à la transformation. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix., I.N.R.A.*, 65, 53-59.
- GLITSCH, K. (1997) Consumer behaviour towards meat in the EU: A preliminary Statistical Analysis. In Proc. 4 th Meeting of EU Project Partners, The National food Centre, Dublin, 6-8 June, 1997.
- GRAU, R. y HAMM, R. (1953) Eine einfache Methode zur bestimmung de Wasserbindung in Muskel. *Naturwissenschaften*, 40, 29-30.
- GRUNDY, S.M. (1986) Comparison of monounsaturated fatty acids in carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *New. Eng. J. Med.*, 314, 745-748.
- GUÍA, E. y CAÑEQUE, V. (1992) Crecimiento y desarrollo del cordero Talaverano. Evolución de las características de su canal. Área de Producción Animal. Consejería de Agricultura de la junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- GUÍA, E., CAÑEQUE, V., y LAUZURICA, S. (1985) Estudio de la aptitud cárnica de la raza Talaverana. In ITEA, Vol. Vol. Extra n 5, pp. 256-258, Zaragoza.
- HAMM, R. (1960) Biochemistry of meat hidrattation. *Adv. Food Res.*, 10, 355.
- HAMM, R. (1963) Die Mikrostruktur des muscels und ihre beziehung zum wasserbindungsvermögen des fleisches. *Fleischwirtschaft*, 15, 298.
- HAMM, R. (1975) On the rheology of minced meat. *J. Text. Stud.*, 6, 281.
- HAMM, R. (1981). Developments in meat science. In *Appl. Sci.* , Vol. 2, pp. 93. Ltd. London.
- HAMM, R. (1982) Post-mortem breakdown of ATP and glicogen in ground muscle. *Food Technol.*, 36, nº11, 105.
- HAMM, R. (1985) Properties of water in relation to Food Quality and stability. *Appl. Sci.*, 90, 59.
- HAMM, R. (1986). Functional properties of the miofibrillar system and their measurements. In *Muscle as food.* (ed P.J. Bechtel), pp. 135. Acad. Press., London.
- HAMMOND, J. (1932). Growth and Development of Mutton qualites in the sheep. In (eds Oliver y Boyd), Edinburgh and London.
- HAMMOND, J. (1966). Principios de la Explotación Animal. Reproducción, Crecimiento y Herencia. In (ed Acribia), Zaragoza. España.
- HANSON, S.W.F. y OLLEY, J. (1963) Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. *Biochem. J.*, 89, 101-102.
- HARRINGTON, G. y KEMPSTER, A.J. (1989). Improving lamb carcass composition to meet modern consumer demand. In *Reproduction, growth and nutrition in sheep*, pp. 79-90. Agricultural Research Institute, Iceland.
- HARRIS, D.C. (1982) Measurement and description of lambs carcasses. "Producing lamb carcasses to meet particular market requirements". In *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, Vol. 14, pp. 50-52.

- HAWKINS, R.R., KEMP, J.D., ELY, D.G., FOX, J.D., MOODY, W.G., y VIMINI, R.J. (1985) Carcass and meat characteristics of crossbred lambs born to ewes of different genetic types and slaughtered at different weights. *Liv. Prod. Sci.*, 12, 241-250.
- HAWRYSH, Z.J., MURRAY, D.M., y BOWLAND, J.P. (1974) Effects of exercise on palability and cooking characteristics of pork. *Can. J. Anim. Sci.*, 54, 191.
- HECKER, A.L., CRAMER, D.A., BEEDE, D.K., y HAMILTON, R.W. (1975) *J. Food Sci.*, 140-143.
- HEDRICK, H.B., PATERSON, S.A., MATCHES, A.G., THOMAS, J.D., MARROW, R.E., STRINGER, W.C., y LIPSEY, R.J. (1983) Carcass and palability characteristics of beef produced on pastur, corn silage and corn gain. *J. Anim. Sci.*, 57, 4-10.
- HEGARTY, R.S., NEUTZE, S.A., y ODDY, U.H. (1999) Effect of protein and energy supply on the growth and carcass composition of lambs from differing nutritional histories. *J. Agric. Sci.*, 132, 361-375.
- HEGSTED, D.M., MCGANDY, R.B., MYERS, M.L., y STARE, F.J. (1965) Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 17, 281-95.
- HEINZE, P.H., SMITT, M.C., NAUDE, R.T., y BOCCADR, R.L. (1986) Influence of breed and age on collagen content and solubility of some ovine and goat muscle. In 32nd European Meeting of meat research workers proceeding., hent-Belgium.
- HENRY, Y. (1972) Facteurs de variation de la composition des dépôts adipeux chez le porc. *Revue Française des Corps Gras.*, 19, 367-376.
- HERNANDEZ, B. (1994) Estudio del color en carnes: caracterización y control de calidad. Tesis doctoral., Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- HERRING, H.K., CASSENS, R.G., SUESS, G.G., BRUNGARDT, V.H., y BRISKEY, E.J. (1967) Tenderness and associated characteristics of stretched and contracted bovine muscles. *J. Food Sci.*, 32, 317.
- HILL, F. (1966) The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. *J. Food Sci.*, 31, 161-166.
- HÖNIKEL, K.O. (1991). Assessment of meat quality. In *Animal biotechnology and the quality of meat production.* (eds L.O. Fiems y B.G. Cotlyn), pp. 107-125. Elsevier, Amsterdam.
- HÖNIKEL, K.O., KIM, G.J., y HAMM, R. (1986) Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss. *Meat Sci.*, 16, 267-282.
- HOOD, D.E. (1980) Factors affecting the rate of myoglobin accumulation in prepackaged beef. *Meat Sci.*, 4, 247-265.
- HOOD, D.E. y RIORDAN, E.B. (1973) Discoloration in pre-packaged beef: measurements by reflectance spectrophotometry and shopper discrimination. *J. Food Technol.*, 8, 247.
- HOPKINS, D.L. (1994) Predicting the weight of lean meat in lamb carcasses and the suitability of this characteristic as a basis for valuing carcasses. *Meat Sci.*, 38, 235-241.
- HOPKINS, D.L. (1996) Assessment of lamb meat colour. *Meat Focus International*, November, 400-401.
- HOPKINS, D.L., FERRIER, G.R., CHANNON, H.A., y MaC DONALD, B.A. (1995) Assessment of lamb meat quality in Sydney and Melbourne. *Proc. N. Z. S. Anim. Prod.*, 55, 114-116.
- HOPKINS, D.L., ROBERTS, A.H.K., y PIRLOT, K.L. (1993) Estimation of mutton carcass components using two predictors. *Meat Sci.*, 293-299.
- HORCADA, A. (1996) Calidad de la carne de los corderos de las razas Lacha y Rasa Aragonesa. Tesis Doctoral, Universidad Pública de Navarra, Pamplona.
- HORCADA, A., BERIAIN, M.J., PURROY, A., LIZASO, G., y CHASCO, J. (1998) Effect of sex on meat quality of Spanish lamb breeds (Lacha and Rasa Aragonesa). *Anim. Sci.*, 67, 541-547.

- HORGAN, G.W., MURPHY, S.V., y SIMM, G. (1995) Automatic assessment of sheep carcasses by image analysis. *Anim. Sci.*, 60, 197-202.
- HORNSTEIN, I., CROWE, P.F., y HINER, R. (1967) Composition of lipids in some muscles. *J. Food Sci.*, 32, 650-655.
- HUERTA-LEIDENZ, N.O., CROSS, H.R., LUNT, D.K., PELTON, L.S., SAWELL, J.W., y SMITH, S.B. (1991) Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. *J. Anim. Sci.*, 69, 3665-3672.
- HUERTA-LEIDENZ, N.O., CROSS, H.R., SAVELL, J.W., LUNT, D.K., BAKER, J.F., y SMITH, S.B. (1996) Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from male calves at different stages of growth. *J. Anim. Sci.*, 74, 1256-1264.
- HUERTA-LEIDENZ, N.O., CROSS, H.R., SAWELL, J.W., LUNT, D.K., BAKER, J.F., PELTON, L.S., y SMITH, S.B. (1993) Comparison of fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. *J. Anim. Sci.*, 71, 625-630.
- HULOT, F. y OUHAYOUN, J. (1999) Muscular pH and related traits in rabbits: A review. *World Rabbit Science.*, 7, 15-36.
- INTERBEV (1992) Etude des conséquences "viande" du problème des carcasses d'agneaux à gras "mous" et/ou "colorés". Rapport d'Etude. Institut de L'Élevage.
- JACKSON, H.D. y WINKLER, V.W. (1970) Effects of saturation on the fatty acid composition of adipose tissue and plasma lipids of sheep. *J. Nutr.*, 100, 201-207.
- JACKSON, T.H. y MANSOUR, Y.A. (1974) Differences between groups of lamb carcasses chosen for good and poor conformation. *Anim. Prod.*, 19, 93-105.
- JACOBS, J.A., FIELD, R.A., BOTKIN, M.P., RYLEY, M.L., y ROEHRKASSE, G.P. (1972) Effect of weight and castration on lamb carcass composition and quality. *J. Anim. Sci.*, 35, 926-930.
- JAIME, J. (1988) Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del rigor mortis, la maduración y la calidad de la carne de cordero. Tesis doctoral., Fac. Veterinaria. Univ. Zaragoza.
- JENNINGS, T.G., BERRY, B.W., y JOSEPH, A.L. (1978) Influence of fat thickness, marbling and length of aging on beef palatability and shelf-life characteristics. *J. Anim. Sci.*, 46, 658.
- JEREMIAH, L.E., JONES, S.D.M., TONG, A.K.W., y GIBSON, L.L. (1997b) The influence of lamb chronological age, slaughter weight and gender on carcass measurements. *Sheep and Goat Res. J.*, 13, 87-95.
- JEREMIAH, L.E., JONES, S.D.M., TONG, A.K.W., ROBERTSON, W.M., y GIBSON, L.L. (1997a) The influence of lamb chronological age, slaughter weight, and gender on carcass composition. *Sheep and Goat Res. J.*, 13, 30-38.
- JEREMIAH, L.E., TONG, A.K.W., y GIBSON, L.L. (1991) The usefulness of muscle color and pH for segregating beef carcasses into tenderness groups. *Meat Sci.*, 30, 97-114.
- JOHNSON, C.B., PURCHAS, R.W., y BURCH, E.J. (1988) Fatty acid composition of fats of differing melting points extracted from ram subcutaneous tissue. *Lipids*, 23, 1049-1052.
- JOHNSON, C.B., WONG, E., BIRCH, E.J., y PURCHAS, R.W. (1977) Analysis of 4-methyloctanoic acid and other medium chain-length fatty acid constituents of ovine tissue lipids. *Lipids*, 12, 340-347.
- JOHNSON, D.E., REID, J.T., BULL, L.S., y ROBB, J. (1973). Observations on the efficient utilization of acetic acid above maintenance by sheep. In *Energy Metabolism of Farm Animals* (eds K.H. Menke, H.J. Lantzsck y J.R. Reich), pp. 43-46. Dokumentationsstelle, Universität Hohenheim, Germany.
- JONES, S.D.M., JEREMIAH, L.E., TONG, A.K.W., ROBERTSON, W.M., y GIBSON, L.L. (1992) Estimation of lamb carcass composition using an electronic probe, a visual scoring system and carcass measurements. *Can. J. Anim. Sci.*, 72, 237-244.
- JONES, S.D.M., PRICE, M.A., y BERG, R.T. (1981) Accumulation of lipid rib in cuts from bull and heifer carcasses of two breeds. *Can. J. Anim. Sci.*, 61, 23-26.

- JONES, S.D.M., ROBERTSON, W.N., PRICE, M.A., y COUPLAND, T. (1996) The prediction of saleable meat yield in lamb carcasses. *Can. J. Anim. Sci.*, 49-53.
- JURY, K.E., FOURIE, P.D., y KIRTON, A.H. (1977) Growth and development of sheep. IV. Growth of the musculature. *N. Z. J. Agric. Res.*, 20, 115-121.
- KABBALI, A., JOHNSON, W.L., JOHNSON, D.W., GOODRICH, R.D., y ALLEN, C.E. (1992) Effects of undernutrition and refeeding on weights of body parts and chemical components of growing Moroccan lambs. *J. Anim. Sci.*, 70, 2859-2865.
- KANG, J.O., KIM, S.H., KIM, I.H., KIM, C.J., JOO, S.T., y SAKATA, R. (1998) Study on the indicators of beef quality in Korea. In 44th International Congress of Meat Science and Technology, pp. 888-889.
- KARLSSON, A.H., KLONT, R.E., y FERNANDEZ, X. (1999) Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. *Liv. Prod. Sci.*, 60, 255-269.
- KAUFFMAN, R.G. (1968) How should quality, quantity and production characteristics be weighed?. *Proc. Recip. Meat Conf.*, 21, 273.
- KEMP, J.D., MAHYUDDIN, M., ELY, D.G., FOX, J.D., y MOODY, W.G. (1981) Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties and fatty acid composition of lamb. *J. Anim. Sci.*, 51, 321-330.
- KEMP, J.D., SHELLEY, J.M.J., ELY, D.G., y FOX, J.D. (1976) Effect of dietary protein, slaughter weight and sex on carcass composition, organoleptic properties and cooking losses of lamb. *J. Anim. Sci.*, 42, 575-583.
- KEMPSTER, A.J. (1980) Fat partition and distribution in the carcasses of cattle, sheep and pigs: A review. *Meat Sci.*, 5, 83-98.
- KEMPSTER, A.J. (1981a) The indirect evaluation of sheep carcass composition in breeding schemes, population studies and experiments. *Liv. Prod. Sci.*, 8, 263-271.
- KEMPSTER, A.J. (1981b) Fat partition and distribution in the carcass of cattle, sheep and pigs: A review. *Meat Sci.*, 5, 83-98.
- KEMPSTER, A.J., AVIS, P.R.D., CUTHBERTSON, A., y HARRINGTON, G. (1976) Prediction of the lean content of lamb carcasses of different breed types. *J. Agric. Sci. Camb.*, 86, 23-34.
- KEMPSTER, A.J., COOK, G.L., y GRANTLEY-SMITH (1986b) National estimates of Body composition of British cattle, sheep and pigs with special reference to trends in fatness. A review. *Meat Sci.*, 17, 107-138.
- KEMPSTER, A.J., CROSTON, D., GUY, D.R., y JONES, D.W. (1987) Growth and carcass characteristics of crossbred lambs by ten sire breeds, compared at the same estimated carcass subcutaneous fat proportion. *Anim. Prod.*, 44, 83-98.
- KEMPSTER, A.J., CROSTON, D., y JONES, D.W. (1981) Value of conformation as an indicator of sheep carcass conformation within and between breeds. *Anim. Prod.*, 33, 39-49.
- KEMPSTER, A.J. y CUTHBERTSON, A. (1977) A survey of the carcass characteristics of the main types of British lamb. *Anim. Prod.*, 25, 165-179.
- KEMPSTER, A.J., CUTHBERTSON, A., y HARRINGTON, G. (1982) *Carcass Evaluation in Livestock Breeding, Production and Marketing* Granada Publishing Limited, London.
- KEMPSTER, A.J., JONES, D.W., y WOLF, B.T. (1986a) A comparison of alternative methods for predicting the carcass composition of crossbred lambs of different breeds and crosses. *Meat Sci.*, 18, 89-110.
- KE-SHUN, L. (1994) Preparation of fatty acid methyl esters for gas-chromatographic analysis of lipids in biological materials. *J.A.O.C.S.*, 71, 1179-1187.
- KEYS, A., MENOTTI, A., KARVONEN, M.J., ARAVANIS, C., BLACKBURN, H., BUZINA, R., DJORDJEVIC, B.S., DONTAS, A.S., FIANZA, F., KEYS, M.H., KROMHOUT, D., NEDELJKOVIC, S., PUNSAR, S., SECCARECCIA, F., y TOSHIMA, H. (1986) The diet and 15-year death rate in the seven Countries study. *Ann. J. Epidem.*, 124, 903-915.

- KINSELLA, J.E. (1988) Food lipids and fatty acids: Importance in food quality, nutrition and health. *Food Technol.*, 42, 124-145.
- KIRTON, A.H. (1976) Effect of preweaning plane of nutrition on subsequent growth and carcass quality of lambs. *Proc. N. Z. S. Anim. Prod.*, 30, 106-115.
- KIRTON, A.H. y BARTON, R.A. (1962) Study of some indices of the chemical composition of lamb carcasses. *J. Anim. Sci.*, 21, 553-557.
- KIRTON, A.H., CLARKE, H.M., y CARTER, A.H. (1967) Effect of pre-slaughter fasting on live weight, carcass weight and carcass composition of Southdown ram lambs. *N. Z. J. Agric. Res.*, 10, 43-55.
- KIRTON, A.H., CRANE, B., PATERSON, D.J., y CLARE, N.T. (1975) Yellow fat in lambs caused by carotenoid pigmentation. *N. Z. J. Agric. Res.*, 18, 267-272.
- KIRTON, A.H. y JOHNSON, D.I. (1979) Inter-relationships between GR and other lamb carcass fatness measurements. In 39th Annual Conference of N.Z. Society of Animal Production, pp. 12.
- KIRTON, A.H., QUATERMAIN, A.R., ULJEE, A.E., CARTER, W.A., y PICKERING, F.S. (1968) Effect of 1 and 2 days ante-mortem fasting on live weight and carcass losses in lambs. *N. Z. J. Agric. Res.*, 11, 891.
- KOOHMARAIE, M. (1992) Muscle proteinases and meat aging. In 38th International Congress of Meat Science and Technology, Vol. 1, pp. 61, Clermont-Ferrand. France. Proc.
- KOOHMARAIE, M., BABIKER, A.S., SCHOEDER, A.L., MERKEL, R.A., y DUTSON, R.T. (1988) Role of Ca<sup>2+</sup>-dependent proteases and lysosomal enzymes in post-mortem changes in bovine skeletal muscle. *J. Food Sci.*, 53, 1253.
- KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S.D., y WHEELER, T.L. (1996) Effects of a B-adrenergic agonist (L-644, 969) and male sex condition on muscle growth and meat quality of callipyge lambs. *J. Anim. Sci.*, 74, 70-79.
- KOPP, J. (1971) Evolution qualitative du collagène musculaire de bovin en fonction de l'âge des animaux. Conséquences sur la tendreté de la viande. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix.*, I.N.R.A., 5, 47-55.
- KOPP, J. (1976) Tendresse de la viande bovine: principaux facteurs de variation liés à l'âge des animaux. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix.*, I.N.R.A., 24, 37-46.
- KRAMMER, A. (1994) Use of colour measurements in quality control of food. *Food Technol.*, 48, 63-71.
- KUROSU, H. (1979) Biochemical studies on collagen and connection from human skeletal muscle. *Seikeigeka Gakkai Zasshi*, 53, 1641.
- L'ESTRANGE, J.L. (1980) Some breed effect on the melting point and fatty acid composition of carcass fat in lambs. *J. Agric. Sci.- UK.*, 95, 73-76.
- L'ESTRANGE, J.L. y MULVIHILL, T.A. (1975) A survey of fat characteristics of lamb with particular reference to the soft fat condition in intensively fed lambs. *J. Agric. Sci. Camb.*, 84, 281-290.
- LACOURT, A. (1973) Evolution avec l'âge des caractéristiques métaboliques et contractiles des muscles de bovins. In 19th Europ. Meeting of Meat Res. Workers, Vol. 1, pp. 417, Paris.
- LANZA, A., LANZA, E., SCERRA, V., y PENISSI, P. (1979) Effetti dell'merocio Merino Landschaff x Comisana sulla produzione di carne ovina. 1. Produzione dell'agnello da latte ad allan Itamento naturale. *Zootecnia Nutrizione Animale*, 5, 585-594.
- LARGE, R.V. (1964) The development of the lamb with particular reference to the alimentary tract. *Anim. Prod.*, 6, 169-178.
- LATIF, M.G.A. y OWEN, E. (1980) A note on the growth performance and carcass composition of Texel and Suffolk sired lambs in an intensive feeding system. *Anim. Prod.*, 30.

- LAVILLE, E., MARTIN, V., y BASTIEN, O. (1996) Prediction of composition traits of young Charolais Bull Carcasses using a morphometric method. *Meat Sci.*, 44, 93-104.
- LAWRIE, R.A. (1966). The eating quality of meat. In *Meat Sci.* Pergamon Press, London.
- LAWRIE, R.A. (1998) *Ciencia de la carne*, Zaragoza. España.
- LEAT, W.M.F. (1966) Fatty acid composition of the plasma lipids of newborn and maternal ruminants. *Biochem. J.*, 98, 598-603.
- LEAT, W.M.F. (1975) Fatty acid composition of adipose tissue of Jersey cattle during growth and development. *J. Agric. Sci. Camb.*, 85, 551-558.
- LEAT, W.M.F. (1976). The control of fat absorption deposition and metabolism in farm animals. In *Meat Animals* (eds D. Lister, D.N. Rhodes, V.R. Fowter y M.F. Fuller), pp. 177. Plenum Press, New York.
- LEAT, W.M.F. (1977) Depot fatty acids of Aberdeen Angus and Friesian reared on hop and barley. *J. Agric. Sci. Camb.*, 89, 575-582.
- LEAT, W.M.F. y COX, R.W. (1980). Fundamental aspects of adipose tissue growth. In *Growing in Animals* (ed T.L.J. Lawrence), pp. 137-174. Butterworths, London.
- LEHNINGER, A. (1981). Lípidos, lipoproteínas y membranas. In *Bioquímica*, pp. 285-314. Omega S.A., Barcelona.
- LINK, B.A., BRAY, A.R., CASSENS, R.G., y KAUFFMAN, R.G. (1970) *J. Anim. Sci.*, 30, 6-9.
- LINSCHNEER, W.G. y VERGROESEN, A.J. (1988). Lipid digestion and metabolism. In *Modern Nutrition in Health and Disease* (eds V. Young y M. Shills), pp. 72, Lea and Fediger, Philadelphia.
- LISTER, D. (1980) Hormones, metabolism and growth. *Reprod. Nutr. Develop.*, 20, 225-233.
- LOBLEY, G.E., CONNELL, A., MILNE, E., BURCHAN, V., GALDER, A.G., ANDERSON, S.E., y VINT, H. (1990) Muscle protein synthesis in response to testosterone administration in wether lambs. *Brit. J. Nutr.*, 64, 691-704.
- LÓPEZ DE LA TORRE, G., MEMBRILLO, J., y ÁLVAREZ, E. (1984) Comparación del crecimiento y características de las canales de corderos Merinos puros con corderos hijos de padre Merino y madre F1 (Romanov x Merino). *An. INIA. Ser.: Prod. Anim.*, 19, 141-150.
- LOPEZ, M. (1987) Calidad de la canal y de la carne en los tipos de lechal, ternasco y cordero de la raza Lacha y estudio de su desarrollo. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.
- LÓPEZ, O. (1976). El matadero de Zaragoza: la calidad y comercialización del cordero. In *INIA*, 3., pp. 174.
- LOPEZ-BOTE, C. (1992). Calidad de la carne. (Properties of meat). In *Manual práctico de la carne.*, pp. 143-180. S. Martín M. Martín, Madrid.
- LOUGH, D.S., SOLOMON, M.B., RUMSEY, T.S., ELSASSER, T.H., SLYTER, L.L., KAHL, S., y LYNCH, G.P. (1992) Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 70, 1153-1158.
- MaC DOUGALL, D.B. (1970) Characteristics of the appearance of meat. I. The luminous absorption, scatter and internal transmittance of the bacon manufactured from normal and pale pork. *J. Sci. Food Agric.*, 21, 568.
- MAHGOUBT, O. y LODGE, G.A. (1994) Growth and body composition of Omani local sheep. 1. Live-weight growth and carcass and non-carcass characteristics. *Anim. Prod.*, 58, 365-372.
- MAIORANO, G., McCORMICK, R.A., FIELD, R.A., y SNOWDER, G.D. (1995) Collagen Characteristics of skin, fell, and epimysium from rams, wethers, and zeranol-implanted ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 73, 393-398.

- MARCHELLO, J.A., CRAMER, D.A., y MILLER, L.G. (1967) Effect of ambient temperature on certain ovine fat characteristics. *J. Anim. Sci*, 26, 294-297.
- MARSH, B.B. (1977) The nature of tenderness. In Proc. 30 th Annual Reciprocal Meat Conference, pp. 69. A.M.S.A.
- MARTIN, A.H., FREDEEN, H.T., WEISS, G.M., y CARSON, R.B. (1972) Distribution and composition of porcine carcass fat. *J. Anim. Sci*, 35, 534.
- MASEDA, F., GALVEZ, J.F., y CAÑEQUE, V. (1984) Lactancia artificial y engorde de corderos de raza Manchega. II) Influencia del sexo y del peso al nacimiento sobre el crecimiento y consumo de alimento. III) Influencia del sexo y de la cantidad de leche ingerida en la calidad de la canal. *An. INIA. Ser.: Prod. Anim.*, 19, 89-97 y 99-121.
- MAY, L.M. (1976) Histological and histochemical evaluations of bovine longissimus muscle from different cattle types as related to carcass retail yield, meat quality and palatability. In *Dissertation Abstracts International B.*, 36(8):, pp. 3688.
- MAY, L.M., DIKEMAN, M.E., y SCHALLESS, R.R. (1975) Histology of exotic cross bovine muscles. *J. Anim. Sci*, 41, 298 (Abstract).
- MAZHAR, A., BUSBOOM, J.R., FIELD, R.A., RULE, D.C., HEALD, T., RUSELL, W.C., y McCORMICK, R.J. (1990) Functional characteristics, fatty acid composition, and palatability of bacon from pigs fed canola. *J. Food Sci.*, 55, 575-576.
- McCRAE, S.E., SECCOMBE, C.G., MARSH, B.B., y CARSE, W.A. (1971) Studies in meat tenderness. IX. The tenderness of various lamb muscles in relation to their skeletal restraint and delay before freezing. *J. Food Sci.*, 36, 566.
- McDONALD, I.W. y SCOTT, T.W. (1977) Foods of ruminant origin with elevated content of polyunsaturated fatty acids. *World Rev. Nutr. Diet*, 26, 144-207.
- McGEEHIN, B., SHERIDAN, J.J., y BUTTER, F. (2001) Factors affecting the pH decline in lamb after slaughter. *Meat Sci.*, 58, 79-84.
- McLEOD, G. y SEYYEDAIN-ARDEBILI, M. (1981) Natural and stimulated meat flavors (with particular reference to beef). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 14, 309-437.
- McMEEKAN, C.P. (1939) The "Cambridge" block test for fat lamb. *Ann. Meat of sheep farmers.*, VIII, 52-57.
- MILLER, G.J., VARNELL, T.R., y RICE, R.W. (1967) Fatty acid composition of certain ovine tissues as affected by maintenance level rations of roughage and concentrate. *J. Anim. Sci*, 50, 249.
- MILLER, L.F., JUDGE, M.D., DIEKMAN, M.A., R.E., H., y ARBELE, E.D. (1989) Relationships among intramuscular collagen, serum hydroxyproline and serum testosterone in growing rams and wethers. *J. Anim. Sci*, 67, 698.
- MILLER, L.F., JUDGE, M.D., y SCHANBAKHER, B.D. (1990b) Intramuscular collagen and serum hydroxyproline as related to implanted testosterone, dihydrotestosterone and estradiol -17B in growing wethers. *J. Anim. Sci*, 68, 1044.
- MILLER, M.F., SHACKELFORD, S.D., HAYDEN, K.D., y REAGAN, J.O. (1990a) Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. *J. Anim. Sci*, 68, 1624-1631.
- MILTEMBURG, G.A.J., WENSING, T., SMULDERS, F.J.M., y BREUKINK, H.J. (1992) Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. *J. Anim. Sci*, 70, 2766-2772.
- MISOCK, J.P., CAMPION, D.R., FIELD, R.A., y RILEY, M.L. (1976) Palatability of heavy ram lambs. *J. Anim. Sci*, 42, 1440.
- MITCHEL, H.H. y HAMILTON, J.S. (1933) The effect of long-continued muscular exercise upon the chemical composition of the muscles and other tissues of beef cattle. *J. Agric. Res.*, 46, 917.

- MOLENAT, G. y THERIEZ, M. (1973) Influence du monde d'élevage sur la qualité de la carcasse de l'agneau de bergerie. *Ann. Zootech*, 22, 279-293.
- MOLINA, P. (1987) Composición y factores de variación de la leche de oveja de raza Manchega. Tesis Doctoral. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia.
- MONIN, G. (1980). Muscle metabolic type and DFD condition. In *The problem of Dark cutting in beef*. (eds D.E. Hood y P.V. Tarrant), pp. 64-81. Martinus Nijhoff Publisher, The Hague.
- MONIN, G. (1988) Stress d'abattage et qualités de la viande. *Rec. Méd. Vet.*, 16410, 835-842.
- MONIN, G. (1989) Facteurs biologiques des qualités de la viande. *Croissance bovins et qualité viande*, Colloq., pp. 177-196, Rennes. 9-10 Nov.
- MONIN, G. y OUALI, A. (1989). Muscle differentiation and meat quality. In *Developments in Meat Sci.* (ed R. Lawrie), Vol. 5. Applied Science Publishers, London.
- MOORE, J.H. y CHRISTIE, W.W. (1984). Digestion, absorption and transport of fats in ruminant animals. In *Fats in Animal Nutrition* (ed J. Wiseman), pp. 123-149. Butterworths, London.
- MOORE, J.H. y NOBLE, R.C. (1975). Foetal and neonatal lipid metabolism. In *Digestion and Metabolism in the ruminant*. (eds I.W. McDonald y A.C.I. Warner), Univ. of New England Press, Armidale.
- MORGAN, J.H.L. y EVERITT, G.L. (1969) Yellow fat colour in cattle. *N. Z. J. Agric. Sci.*, 4, 10-18.
- MORRISON, W.R. y SMITH, L.M. (1964) Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipids Res.*, 5, 600-608.
- MULLER, R., STERNHART, H., y SCHEPER, J. (1985) Carcass composition and meat quality of kids. Influence of feeding. *Fleischwirtschaft*, 65, 194-200.
- MURRAY, A.C. (1989) Factors affecting beef colour at time of grading. *Can. J. Anim. Sci.*, 69, 347-355.
- MYER, R.O., LAMKEY, J.W., KNAUFT, D.A., WALKER, W.R., BRENDEMUHL, J.H., y COMBS, G.E. (1992) Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter the unsaturated:saturated ratio of pork fat. *J. Anim. Sci*, 70, 1417-1423.
- NAKAMURA, R., SEKOGUCHI, S., y SATO, Y. (1975) The contribution of intramuscular collagen to the tenderness of meat from chickens of different ages. *Poultry Sci.*, 54, 1604-1612.
- NOBLE, R.C., STEELE, W., y MOORE, J.H. (1970) The composition of ewe's milk fat during early and late lactation. *J. Dairy Res.*, 37, 297-301.
- NOBLE, R.C., STEELE, W., y MOORE, J.H. (1971) Diet and the fatty acids in the plasma of lambs during the first eight days after birth. *Lipids*, 6, 26-34.
- NOLD, R.A., UNROH, J.A., SPAETH, C.W., y HUNT, M.C. (1992) Effects of implanting ram and wether lambs with zeranol at birth and weaning on palatability and muscle collagen characteristics. *J. Anim. Sci*, 70, 2752-2757.
- NOTLER, D.R., KELLY, R.F., y BERRY, B.W. (1991) Effects of ewe breed and management system on efficiency of lamb production. III. Meat characteristics. *J. Anim. Sci*, 69, 3523.
- NSA (National Sheep Association, 1987) The natural sheep farm of Europe. In *National Sheep Association*, Great Malvern.
- NSOSO, S.J., YOUNG, M.J., y BEATSON, P.R. (2000) A review of carcass conformation in sheep: assessment, genetic control and development. *Small Rum. Res.*, 35, 89-96.
- NÜRNBERG, K., WEGNER, J., y ENDER, K. (1998) Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Liv. Prod. Sci.*, 56, 145-156.
- OBERBAUER, A.M., ARNOLD, A.M., y THONNEYS, M.L. (1994) Genetically size-scaled growth and composition of Dorset and Suffolk rams. *Anim. Prod.*, 59, 223-234.

- OFFER, G. y KNIGHT, P. (1988). The structural basis of water-holding in meat. In *Developments in Meat Science*. 4, part 2 (ed R. Lawrie), pp. 173.
- OFFER, G., KNIGHT, P., JEACOCKE, R., ALMOND, R., COUSINS, T., ELSEY, J., PARSONS, N., SHARP, A., STARR, R., y PURSLOW, P. (1989) The structural basis of the water holding, appearance and toughness of meat and meat products. *Food Microstructure*, 8, 151.
- OFFER, G. y TRINICK, J. (1983) On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Sci.*, 8, 245.
- OLIVER, W.M., CARPENTER, Z.L., KING, G.T., y SHELTON, M. (1968) Predicting cutability of lamb carcasses from carcass weights and measures. *J. Anim. Sci*, 27, 1254.
- OLLETA, J.L., SAÑUDO, C., y SIERRA, I. (1992) Producción de carne en la agrupación ovina Churra Tensina: Calidad de la canal y de la carne en los tipos de ternasco y cordero de cebo. *Arch. Zootec.*, 41, 197-203.
- OSORIO, J., SIERRA, I., SAÑUDO, C., MARÍA, G., y OSORIO, M.T. (1993) Estudio comparativo de la calidad de la canal en el tipo "Ternasco" según procedencia. In XVIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 629-638, Albacete.
- OUALI, A. (1990) Meat tenderization: possible causes and mechanisms. A review. *J. Muscle Foods*, 1, 129.
- OUALI, A. (1991). *Animal Biotechnology and the Quality of Meat Production*. In (eds L. Fiems, B. Cottyn y D. Demeyer), Vol. 85. Elsevier Science Publ., Amsterdam,.
- OUHAYOUN, J. y DELMAS, D. (1988) Meat quality of rabbit. I. Differences between muscles in post-mortem pH. In 4th World Rabbit Congress., Vol. 2, pp. 412-417, Budapest. October.
- OUHAYOUN, J., KOPP, J., BONNET, M., DEMARNE, Y., y DELMAS, D. (1987) Influence of dietary fat composition on rabbit perirenal lipids properties and meat quality. *Sci. Alim.*, 7, 521-534.
- PALANSKA, O., OCHODNICKÁ, K., NOSÁL, V., y ONDREJČKA, R. (1994) Zastúpenie Mastných Kyselín v musculus longissimus lumborum et thoracis jahniat. *Pol'nospodárstvo*, 40, 463-471.
- PALMQUIST, D.L., McCLURE, K.E., y PARKER, C.F. (1977) Effect of protected saturated or polyunsaturated fat fed to pregnant and lactating ewes on milk composition, lamb plasma fatty acid and growth. *J. Anim. Sci*, 45, 1152-1159.
- PALOMBO, R. y WIJNGAARDS, G. (1990) Characterization of changes in psychometric colour attributes of comminuted porcine lean meat during processing. *Meat Sci.*, 28, 61-76.
- PALSSON, H. (1939) Meat qualities in the sheep with special reference to Scottish breeds and crosses. Part. 1. *J. Agric. Sci. Camb.*, 29, 544-626.
- PALSSON, H. y VERGES, J.B. (1952) Effects of the plane of nutrition on growth and the development of carcass quality in lambs. I. The effects of high and low planes of nutrition at different ages. *J. Agric. Sci.*, 42, 1-92.
- PARUELLE, J.L. y PAIN, J.M. (1982) Alimentation et qualités des graisses de dépôt des carcasses d'agneaux de bergerie. *Bull Tech. UCAAB*, 1, 3-10.
- PAYNE, E. y RATTRAY, P.V. (1980) The effect of restricted grazing on fatty acid composition of ovine milk fat during lactation. *Brit. J. Nutr.*, 44, 47-52.
- PEARSON, A.M. (1966) Desiderability of beef, its characteristics and their measurement. *J. Anim. Sci*, 25, 843-854.
- PEARSON, A.M., LOVE, J.D., y SHORLAND, F.B. (1977) Warmed-over flavor in meat, poultry and fish. *Adv. Food Res.*, 23, 1.

- PEARSON, A.M. y YOUNG, R.B. (1989). Postmortem changes during conversion of muscle to meat. In *Muscle and Meat Biochemistry*, pp. 391-444. Academic. Press Ltd., London. U.K.
- PEREZ, C., DIAZ, M.T., RUIZ DE HUIDOBRO, F., VELASCO, S., CAÑEQUE, V., LAUZURICA, S., MANZANARES, C., y ONEGA, E. (1999) Engorde de corderos de raza Talaverana en pastoreo o aprisco con distintos sistemas de alimentación. II. Efecto sobre la proporción de piezas y su composición tisular. In *XXIV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, pp. 439-442, Soria.
- PEREZ, C., GONZALEZ-CHABARRI, E., y HINAREJOS, G. (1995) Valoración productiva de los corderos Alcarreño-Manchegos post destete y cebo. In *XX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, pp. 565-570, Madrid.
- PEREZ, J.I., GALLEGO, L., GOMEZ, V., OSORIO, M.T., SAÑUDO, C., OTAL, J., BERNABEU, R., y MOLINA, A. (1994) Influencia del tipo de destete, tipo de parto, sexo y peso de la canal fría en la composición tisular de la canal en corderos de raza Manchega. *Producción ovina y caprina, Colección estudios*. In *XVIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, pp. 623-627, Albacete.
- PEREZ, M.D., DIAZ DE VILEGAS, C., SANCHEZ, L., ARANDA, P., ENA, J.M., y CALVO, M. (1989) Interaction of fatty acids with lactoglobulin and albumin from ruminant milk. *J. Biochem.*, 106, 1094-1097.
- PEREZ-ALVAREZ, J.A. (1996) Contribución al estudio objetivo del color en productos cárnicos curados. Tesis doctoral., Valencia. Universidad politécnica de Valencia.
- PEREZ-ALVAREZ, J.A., FERNANDEZ-LOPEZ, J., SAYAS-BARBERÁ, M.E., y CARTAGENA-GRACIA, R. (1998) Caracterización de los parámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria cárnica. *Eurocarne*, 63, 115-122.
- PINKAS, A., MARINOVA, P., TOMOV, I., y MONIN, G. (1982) Influence of age at slaughter, rearing technique and pre-slaughter treatment on some quality traits of lamb meat. *Meat Sci.*, 6, 245.
- POLLOT, G.E., GUY, D.R., y CROSTON, D. (1994) Genetic parameters of lamb carcass characteristics at three end-points: fat level, age and weight. *Anim. Prod.*, 58, 65-75.
- POSPIECH, E. y HÖNIKEL, K.O. (1991) Protein changes on heating and their influence on water-binding capacity of meat. In *37th International Congress of Meat Science and Technology*, Vol. 1, pp. 457, Kulmaback. Germany. Proc.
- PRACHE, S., AUROUSSEAU, B., THERIEZ, M., y RENERRE, M. (1990) Les défauts de colour du tissu adipeux sous-cutané des carcasses d'ovins. *INRA. Prod. Anim.*, 3, 275-285.
- PRESCOTT, J.H.D. (1982). Crecimiento y desarrollo en los corderos. In *Manejo y enfermedades de las ovejas* (ed C.A.B.). Acirbia, Barcelona.
- PRESCOTT, J.H.D. y HINKS, C.E. (1968) System of management and carcass quality of steers. Rep. nº 8, Dep. Agric. Market. Univ. Newcastle upon Tyne.
- PRESTON, T.R. y WILLIS, M.B., eds. (1974) *Intensive beef production.*, Pergamon Press, Oxford.
- PROST, E., PELCZYNSKA, E., y KOTULA, A.W. (1975) Quality characteristics of bovine meat. I. Content of connective tissue in relation to individual muscles, age and sex of animals and carcass quality grades. *J. Anim. Sci.*, 41, 534.
- PURCHAS, R.W. (1990) An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Sci.*, 27, 129-140.
- REAGAN, J.O., CARPENTER, Z.L., y SMITH, G.E. (1976) Age-related traits affecting the tenderness of the bovine longissimus muscle. *J. Anim. Sci.*, 43, 1198.
- REAL DECRETO, 147/1993 del 29 de Enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias de producción y comercialización de carnes frescas. *Boletín Oficial del Estado* 61/1993. 12 de marzo 1993, 29005.

- REGENSTEIN, J.M., GORIMAR, T.S., y SHERBON, J.W. (1979) Measuring the water holding capacity of natural actomyosin from chicken breast muscle in the presence of pyrophosphate and divalent cations. *J. Food Biochem.*, 4, 205.
- REGLAMENTO (CEE) 461/93, de la Comisión, de 26 de Febrero de 1993, Por el que se establecen las disposiciones de aplicación del modelo comunitario de clasificación de canales de ovino. DOCE nL49, de 27/02/93., 70-74.
- REGLAMENTO (CEE) 2137/92, del Consejo, de 23 de Julio de 1992 relativo al modelo comunitario de clasificación de canales de ovino y se determina la calidad tipo Comunitaria de las canales de ovino frescas y refrigeradas. DOCE nL214, de 30/07/92., 1-5.
- REISER, R. (1975) *J. Nutr.*, 105, 15-16.
- RENARD, G. y FISHER, A.V. (1997) Comparison of methods for estimating carcass fat content of young Charolais bulls in performance testing station. *Liv. Prod. Sci.*, 51, 205-213.
- RENERRE, M. (1982a) Influence de l'âge et du poids á l'abattage sur le couleur des viandes bovines (races Frisonne et Charolaise). *Sci. Aliments.*, 2, 17.
- RENERRE, M. (1982b) La couleur de la viande et sur mesure. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix.*, I.N.R.A, 47, 47-54.
- RENERRE, M. (1984) Variabilité entre muscles et entre animaux de la stabilité de la couleur des viandes bovines. *Sci. Alim.*, 4, 567.
- RENERRE, M. (1986) Influence des facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix.*, I.N.R.A, 65, 41-45.
- RENERRE, M. y VALIN, C. (1979) Influence de l'âge sur les caractéristiques de la couleur des viandes bovines de la race limousine. *Ann. Technol. Agric.*, 283, 319-332.
- RHEE, K.S. (1992). Fatty acids in meats and meats products. In *Fatty acids in food and their health implications* (ed C.H. Chow). Marcel Dekker Inc., Nueva York.
- RHEE, K.S., DAVIDSON, T.L., CROSS, H.R., y ZIPRIN, Y.A. (1990a) Characteristics of pork products from swine fed a high monounsaturated fat diet: part 1. Whole muscle products. *Meat Sci.*, 27, 329-341.
- RHEE, K.S., ZIPRIN, Y.A., y DAVIDSON, T.L. (1990b) Characteristics of pork products from swine fed a high monounsaturated fat diet: part 2. Uncured processed products. *Meat Sci.*, 27, 343-357.
- RHEE, K.S., ZIPRIN, Y.A., ORDOÑEZ, G., y BOHAC, C.E. (1988) Fatty acid profiles and lipid oxidation in beef steer muscles from different anatomical location. *Meat Sci.*, 23, 293-301.
- ROBELIN, J. (1986) Growth of adipose tissues in cattle partitioning between depots, chemical composition and cellularity. *Rev. Lives. Prod. Sci.*, 14, 349-364.
- ROBELIN, J. y THERIEZ, M. (1981) Fixation de protéines les ruminants: évolution en fonction du poids des animaux et variation selon la race, le sexe on le niveau des apports alimentaires. *Reprod. Nutr. Develop.*, 21, 335-353.
- ROBINSON, J.J., BINET, F.E., y DOIG, A.G. (1956) Fat lambs studies in Victoria . I. An assessment of the relative value of various external measurements for differentiating between various grades of export lamb carcasses. *Aust. J. Agric. Res.*, 7, 345-365.
- ROSE, D. (1990). Dietary fat and human health. In *Reducing fat in meat animals* (eds J.W. Wood y A.V. Fisher), pp. 48-65. Elsevier Applied Science, London.
- ROUSSET-AKRIM, S., YOUNG, O.A., y BERDAGUÉ, J.L. (1997) Diet and growth effects in panel assessment of sheep meat odour and flavour. *Meat Sci.*, 45, 169-181.
- RUIZ DE HIUDOBRO, F. y CAÑEQUE, V. (1993a) Producción de carne en corderos de raza Manchega. I. Estudios de los rendimientos en canal, de las pérdidas en el matadero y de la importancia de los despojos. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim*, 8, 111-125.

- RUIZ DE HIUDOBRO, F. y CAÑEQUE, V. (1994b) Producción de carne en corderos de raza Manchega. IV. Ecuaciones predictoras de la composición tisular de las canales. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.*, 9, 71-82.
- RUIZ DE HIUDOBRO, F., SANCHA, J.L., CAÑEQUE, V., GAYAN, J., LAUZURICA, S., PEREZ, C., VELASCO, S., LOPEZ, D., CANTERO, M.A., y MANZANARES, C. (1996) Producción de carne en corderos lechales de raza talaverana. V. Características de la carne. In XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 645-654, Logroño.
- RUIZ DE HIUDOBRO, F., SANCHA, J.L., LOPEZ, D., CANTERO, M.A., CAÑEQUE, V., VELASCO, S., MANZANARES, C., GAYAN, J., LAUZURICA, S., y PEREZ, C. (1998) Características instrumentales y sensoriales de la carne de corderos lechales de raza Talaverana. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.*, 13, 21-30.
- RUIZ DE HIUDOBRO, F. (1992) Estudios sobre crecimiento y desarrollo en corderos de raza Manchega. Tesis Doctoral. Tesis Doctoral, Universidad Complutense. Facultad de Veterinaria, Madrid.
- RUIZ DE HIUDOBRO, F. y CAÑEQUE, V. (1993b) Producción de carne en corderos de raza Manchega. II. Conformación y estado de engrasamiento de la canal y proporción de piezas en distintos tipos comerciales. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.*, 8, 233-245.
- RUIZ DE HIUDOBRO, F. y CAÑEQUE, V. (1994a) Producción de carne en corderos de raza Manchega. III Composición tisular de las canales y de las piezas. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.*, 9, 70.
- RULE, D.C., BUSBOOM, J.R., y KERCHER, C.J. (1994) Effect of dietary Canola on fatty acid composition of bovine adipose tissue, muscle, kidney and liver. *J. Anim. Sci.*, 72, 2735-2744.
- RULE, D.C., KOCH, D.W., JONES, R.R., y KERCHER, C.J. (1991) Brassica and sugar beet forages for lambs-growth performance of lambs and composition of forage and dock-fat fatty acids. *J. Prod. Agric.*, 4, 29-33.
- RUMSEY, T.S., OLTJEN, R.R., BUVARD, K.P., y PRIODE, B.M. (1977) Influence of widely diverse finishing regimens and breeding on depot fat composition in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 35, 1069-1075.
- SAFARI, E., HOPKINS, D.L., y FOGARTY, N.M. (2001) Diverse lamb genotypes. 4. Predicting the yield of saleable meat and high value trimmed cuts from carcass measurements. *Meat Sci.*, 58, 207-214.
- SAINZ, R.D., WOLFF, J.E., y UPSDELL, M.P. (1990) Effects of cimaterol on energy utilization for maintenance and for protein and fat deposition by wether and ewe lambs given chopped lucerne-barley pellets. *Anim. Prod.*, 50, 129-139.
- SANCHEZ, A., ALFONSO, M., SAÑUDO, C., PARDOS, J.J., DELFA, R., I., S., y FISHER, A. (1998) Caracterización de la calidad de la canal de tipos ternasco y lechal con denominación específica. In XXIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 133-137, Vitoria (Gazteiz).
- SANCHEZ BELDA, A. (1994). Historia de la raza ovina Manchega. In *Ganado ovino: Raza Manchega*, pp. 11-35. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- SANTOLARIA, P. (1993) Influencia de factores genéticos y ambientales sobre los parámetros sensoriales que definen la calidad de la carne de añojo. Tesis doctoral., Universidad de Zaragoza.
- SAÑUDO, C. (1980) Calidad de la canal y de la carne en el ternasco aragonés. Tesis doctoral, Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza., Zaragoza.
- SAÑUDO, C. (1991). La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

- SAÑUDO, C., ALFONSO, M., SANCHEZ, A., DELFA, R., y TEIXEIRA, A. (2000) Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. *Meat Sci.*, 56, 89-94.
- SAÑUDO, C. y ALTARRIBA, J. (1982) Nuevos planteamientos para la valoración de canales ovinas (ternasco Aragonés). III. Predicción de la composición tisular de la canal. *An. Fac. Vet. Zaragoza*, 16-17, 273-283.
- SAÑUDO, C., CAMPO, M.M., SIERRA, I., MARIA, G.A., OLLETA, J.L., y SANTOLARIA, P. (1997) Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. *Meat Sci.*, 46, 357-365.
- SAÑUDO, C., DELFA, R., GONZALEZ, C., ALCALDE, M.J., CASAS, M., SANTOLARIA, P., y VIGIL, E. (1992a) Calidad de la carne de ternasco. In ITEA, Vol. Vol. 88A, pp. 221-227, Zaragoza.
- SAÑUDO, C., GONZALEZ, C., y DELFA, R. (1992c) El peso de la canal. *Ovis*, 19, 9-19.
- SAÑUDO, C., SANCHEZ, A., y ALFONSO, M. (1998a) Small Ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. In 44th International congress of Meat Science and Technology., pp. 20-47, Barcelona, Spain.
- SAÑUDO, C., SANTOLARIA, P., MARIA, G., OSORIO, M., y SIERRA, I. (1996) Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive productions systems. *Meat Sci.*, 42, 195-202.
- SAÑUDO, C., SANTOLARIA, P., SIERRA, I., ALCALDE, M.J., y TOURAILLE, C. (1992b) Sensory meat characteristics from light lamb carcasses. 38th International Congress of Meat Science and Technology, 277-280.
- SAÑUDO, C. y SIERRA, I. (1982) Estudio de la calidad de la canal y de la carne en animales cruzados Romanov \* Rasa aragonesa I. Descripción y comparación entre los tipos de ternasco y pascual. *An. Fac. Vet. Zaragoza*, 16-17, 285-295.
- SAÑUDO, C. y SIERRA, I. (1991) Calidad de la canal y de la carne en el cerdo ibérico en producción intensiva. *ANAPORC*, diciembre, 107, 27.
- SAÑUDO, C. y SIERRA, I. (1993) Calidad de la canal y de la carne en la especie ovina.
- SAÑUDO, C., SIERRA, I., ALCALDE, M.J., ROTA, A., y OSORIO, J.C. (1993a) Calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros y semipesados de las razas Aragonesa, Lacaune y Merino Alemán. In ITEA, Vol. Vol. 89A, pp. 203-214, Zaragoza.
- SAÑUDO, C., SIERRA, I., LOPEZ, M., y FORCADA, F. (1986) La qualité de la viande ovine. étude des différents facteurs qui la conditionnent. In Commission des C.E. Rapport EUR 11479, pp. 67-81.
- SAÑUDO, C., SIERRA, I., OLLETA, J.L., MARTIN, L., CAMPO, M.M., SANTOLARIA, P., WOOD, J.D., y NUTE, G.R. (1998b) Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. *Anim. Sci.*, 66, 175-187.
- SAÑUDO, C., SIERRA, I., OSORIO, M.T., ALCALDE, M.J., SANTOLARIA, P., y ALBERTI, P. (1993b). Variation of meat quality in light lamb depending on weight increase of the carcass (7,4-15,4 Kg), Alberta. Canada.
- SAUVANT, D., BAS, P., y MORAND-FEHR, P. (1979) Production de chevreaux lourds: II. Influence du niveau d'ingestion de lait et du tissu adipeux. *Ann. Zootech*, 28, 73-92.
- SAYAS, M.E. (1997) Contribuciones al proceso tecnológico de elaboración del jamón curado: aspectos físicos, fisicoquímicos y ultraestructurales en los procesos de curado tradicional y rápido. Tesis Doctoral., Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- SAYRE, R.N. y BRISKEY, E.J. (1963) Protein solubility as influenced by physiological conditions in the muscle. *J. Food Sci.*, 28, 675.
- SCHONFELD, G., PATSCH, W., RUDEL, L.L., NELSON, M.E., y OLSON, R.E. (1982) Effects of dietary cholesterol and fatty acids on plasma lipoproteins. *J. Clin. Invest.*, 69, 1072-1080.

- SCHÖNFELDT, H.C., NAUDE, R.T., BOK, W., VAN HEERDEN, S.M., SMIT, R., y BOSHOFF, E. (1993) Flavour and tenderness related quality characteristics of goat and sheep meat. *Meat Sci.*, 34, 363.
- SEIDEMAN, S.C., CROSS, H.R., y CROUSE, J.D. (1989) Variation in the sensory properties of beef as affected by sex, condition, muscle and postmortem aging. *J. Food Qual.*, 12, 39-58.
- SEIDEMAN, S.C., CROSS, H.R., SMITH, C.G., y DURLAND, P.R. (1984) Factors associated with fresh meat color: A review. *J. Food Qual.*, 6, 211-237.
- SEIDEMAN, S.C. y CROUSE, J.D. (1986) The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fibre characteristics. *Meat Sci.*, 17, 55-72.
- SEMLEK, M.A. y RILEY, M.L. (1975) Fatty acid composition in growing lambs. In *Proceeding, Western Section, American Society of Animal Science*, Vol. 26, pp. 58-59.
- SERTI, D.M., MORBIDINI, L., PANELLA, F., CAVALLETI, C., y LAVVAF, A. (1994) Characteristics of carcass and chemical composition of meat in some italian lambs of several breeds. *Agr. Med.*, 124, 11-20.
- SHACKELFORD, S.D., KOOHMARAIE, M., CUNDIFF, L.V., GREGORY, K.E., ROHRER, G.A., y SHAVELL, J.W. (1994) Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post-rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-bratzler shear force, retail product yield, and growth rate. *J. Anim. Sci.*, 72, 857.
- SHACKELFORD, S.D., KOOHMARAIE, M., WHIPPLE, G., WHEELER, M., MILLER, M.F., CROUSE, J.D., y REAGAN, J.O. (1991) Predictors of beef tenderness: development and verification. *J. Food Sci.*, 56, 1130.
- SHACKELFORD, S.D., MILLER, M.F., HAYDEN, K.D., LOVEGREN, N.V., LYON, C.E., y REAGAN, J.O. (1990) Acceptability of bacon as influenced by the feeding of elevated levels of monounsaturated fats to growing-finishing swine. *J. Food Sci.*, 55, 621-624.
- SHORLAND, F.B. (1984) Fifty years researches on biological aspects of fats. *N. Z. J. Sci.*, 27, 307-314.
- SHORTHOSE, W.R. y HARRIS, P.V. (1990) Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J. Food Sci.*, 55, 1.
- SIERRA, I. (1973) Producción de corderos joven y pesado en la Raza Aragonesa. *Trabajos del I.E.P.G.E.*, nº 18, 28.
- SIERRA, I. (1974) El ternasco aragonés. Descripción y características fundamentales. *Trabajos del I.E.P.G.E.*, nº 19.
- SIERRA, I. (1977). *Apuntes de Producción Animal*. In., Fac. Veterinaria. Univ. Zaragoza.
- SIERRA, I. (1986) Qualité de la carcasse des agneaux légers de races espagnoles: influence du genotype, du sexe et du poidsage. Réflexions. Les carcasses d'agneaux et de chevreaux méditerranéens. In *Rapport EUR. Com. Eur. Program Agrimed*.
- SIERRA, I. (1988) La denominación de origen en el ternasco de Aragón. In *ITEA*, Vol. 66, pp. 3, Zaragoza.
- SIERRA, I., SAÑUDO, C., y ALCALDE, M.J. (1992) Calidad de la canal en corderos ligeros tipo ternasco. Canales españolas y de importación. In *ITEA*, Vol. 88A, pp. 84-94, Zaragoza.
- SIERRA, I., SAÑUDO, C., OLLETA, J.L., y FORCADA, F. (1988) Apport a l'étude comparative de la qualité de la carcasse et de la viande chez des agneaux légers. Problèmes concernant l'importation de carcasses. In *3rd World Congress of Sheep and Beef Cattle Breeding.*, pp. 513-515, Paris. Francia.
- SIERRA, I., SAÑUDO, C., OLLETA, J.L., MARIA, G., SANTOLARIA, P., y CAMPO, M.M. (1994) Calidad de la canal y de la carne en el lechazo de Castilla. I. Efecto de la base genética. In *XIX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.*, pp. 66-70, Burgos.

- SINEX, F.M. (1968). The role of collagen in ageing. In *Treatise on collagen*. (ed G.N. Ramachandran), Vol. 2b, pp. 410. Academic Press, London.
- SMITH, C.G., CROSS, H.R., CARPENTER, Z.L., MURPHEY, C.E., SAVELL, J.W., ABRAHAM, H.C., y DAVIS, G.V. (1982) Relationship of USDA maturity groups to palatability of cooked beef. *J. Food Qual.*, 7, 289.
- SMITH, D.R. (1993) Lipid composition of red meat and factors that influence risk for coronary heart disease. *Rev. Fac. Agron. (Luz)*, 10, 35-41.
- SMITH, S.B. (1991). Dietary modification for altering fat composition of meat. In *Fats and Cholesterol Reduced Foods*. (ed M.C.E. Haberstroh C.), pp. 75. Porfolio publishing., Texas.
- SMULDERS, F.J.M., MARSH, B.B., SWARTZ, D.R., RUSELL, R.L., y HOENECKE, M.E. (1990) Beef tenderness and sarcomere length. *Meat Sci.*, 28, 349.
- SNOWDER, G.D., GLIMP, H.A., y FIELD, R.A. (1994) Carcass characteristics and optimal slaughter weights in four breeds of sheep. *J. Anim. Sci*, 72, 932-937.
- SOLOMON, M.B., KEMP, J.D., MOODY, W.G., ELY, D.G., y FOX, J.D. (1980) Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. *J. Anim. Sci*, 51, 1102-1107.
- SOLOMON, M.B. y LYNCH, G.P. (1988) Biochemical, histochemical and palatability characteristics of young ram lambs as affected by diet and electrical stimulation. *J. Anim. Sci*, 66, 1955.
- SOLOMON, M.B., LYNCH, G.P., y BERRY, B.W. (1986) Influence of animal diet and carcass electrical stimulation on the quality of meat from youthful ram lambs. *J. Anim. Sci*, 62, 139.
- SOLOMON, M.B., LYNCH, G.P., y LOUGH, D.S. (1992) Influence of dietary palm oil supplementation on serum lipid metabolites, carcass characteristics, and lipid composition of carcass tissues of growing ram and ewe lambs. *J. Anim. Sci*, 70, 2746-275.
- SOLOMON, M.B., LYNCH, G.P., ONO, K., y PAROCZAY, E. (1990) Composition of muscle and adipose tissue from crossbred ram, wether and cryptorchid lambs. *J. Anim. Sci*, 68, 137-142.
- SORNAY, J. y LEGRAS, P. (1978) Cartographie du pH dans les carcasses de gros bovin.
- St.JHON, L.C., YOUNG, C.R., KNABE, D.A., THOMPSON, L.D., SCHELLING, G.T., GRUNDY, S.M., y SMITH, S.B. (1987) Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed an elevated monounsaturated fat diet. *J. Anim. Sci*, 64, 1441-1447.
- STENN, K.S., MADRI, J.A., y ROLL, F.J. (1979) Migrating epidermis produces ABZ collagen and requires continual synthesis for movement. *Nature*, 277, 229.
- STOKES, G.B. y WALKER, D.M. (1970) The nutritive value of fat in the diet of the milk-fed lamb. *Brit. J. Nutr.*, 24, 435-440.
- SUMMERS, R.L., KEMP, J.D., ELY, D.G., y FOX, C.V. (1978) Effects of weaning, feeding systems and sex of lamb on lamb characteristics and palatability. *J. Anim. Sci*, 47, 622.
- SUTTON, J.D. (1980) Influence of nutritional factors on the yield and content of milk fat: Dietary components other than fat. *IDF Bulletin*, 125, 126-134.
- SWANN, D.A., CAUFIELD, J.B., y BROADHURST, J.B. (1976) The altered fibrous form of vitreous collagen following solubilization with pepsin. *Biochem. Biophys acta*, 427, 365.
- TARRANT, P.V. y SHERINGTON, J. (1980) A investigation of ultimate pH in the muscle of commercial beef carcass. *Meat Sci.*, 4, 287-297.
- TATUM, J.D., SAVELL, J.W., CROSS, H.R., y BUTLER, J.G. (1988) A national survey of lamb carcass cutability traits. *S.I.D. Res. J.*, 5, 23.

- TAYLOR, S.C.S., MURRAY, J.I., y THONNEY, M.L. (1989) Breed and sex differences among equally mature sheep and goats. IV. Carcass muscle, fat and bone. *Anim. Prod.*, 49, 385-409.
- TEIXEIRA, A., DELFA, R., y TREACHER, T. (1996) Carcass composition and body fat depots of Galego Bragançano and crossbred lambs by Suffolk and Merino Precoce sire breeds. *Anim. Sci.*, 63, 389-394.
- TERREL, R.N., SUESS, G.G., y BRAY, A.R. (1969) Influence of sex live weight and anatomical location on bovine lipids. I. Fatty acid composition of subcutaneous and intermuscular fat depots. *J. Anim. Sci.*, 28, 449.
- TERREL, R.N., SUESS, G.G., CASSENS, R.G., y BRAY, A.R. (1968) Broiling sex and interrelationships with carcass and growth characteristics and their effect on the neutral and phospholipid fatty acids of the bovine longissimus dorsi. *J. Food Sci.*, 33, 562-565.
- THERIEZ, M., TISSIER, M., y ROBELIN, J. (1981) The chemical composition of the intensively fed lamb. *Anim. Prod.*, 32, 29-37.
- THOMPSON, E.H., ALLEN, C.E., y MEADE, R.J. (1973) Influence of copper on stearic acid desaturation and fatty acid composition in the pig. *J. Anim. Sci.*, 36, 868-873.
- THOMPSON, J.M. y ATKINS, K.D. (1980) Use of carcass measurements to predict percentage carcass composition in crossbred lambs. *Aus. J. Exp. Agric. Anim. Hus.*, 20, 144-150.
- THOS, J., REVILLA, R., y SIERRA, I. (1980) Calidad de la canal y rendimiento al despiece del cruce Fleischschaf x Rasa Aragonesa. *Trabajos del I.E.P.G.E.*, nº 52. Zaragoza.
- THWAITES, C.J., YEATES, N.T.M., y POGUE, R.F. (1964) Objective appraisal of intact lamb and mutton carcasses. *J. Agric. Sci. Camb.*, 63, 415-420.
- TICHENOR, D.A., KEMP, J.D., FOX, J.D., MOODY, W.G., y DEWEESE, W. (1970) Effects of slaughter weight and castration of ovine adipose fatty acids. *J. Anim. Sci.*, 31, 671.
- TIMON, V.M. y BICHARD, M. (1965a) Quantitative estimates of lambs carcass composition. I. Sample joints. *Anim. Prod.*, 7, 173-181.
- TIMON, V.M. y BICHARD, M. (1965b) Quantitative estimates of lambs carcass composition. 3. Carcass measurements and a comparison of the predictive efficiency of sample joint composition, carcass specific gravity determinations and carcass measurements. *Anim. Prod.*, 7, 189-201.
- TOPCHIEV, A.V., ZAVGORODNII, S.V., y PAUSHKIN, Y.M. (1959). Boron fluoride and its compounds as catalysts in organic chemistry. In *International Series of Monographs on Organic Chemistry*, Vol. 2, pp. 64-68. Pergamon Press, New York.
- TOR, M. (1997) Caracterització del teixit adipós en xais amb denominació específica Ternasco de Aragón. Variacions segons la raça i la qualitat de la canal. Tesis Doctoral. Universitat de Lleida, Lleida.
- TORRENT, M. (1991). Producción de carne ovina. In *La oveja y sus producciones*, pp. 149-168. Ed. Aedos, Barcelona.
- TORRES, A., ALBIÑANA, B., DIAZ, J.R., y GALLEGO, L. (1994). Estructura y características de las explotaciones. In *Ganado Ovino: Raza Manchega* (ed E. Mundi-Prensa), pp. 69-89, Madrid, España.
- TOURAILLE, C. (1978) Evolution de la composition corporelle du poulet en fonction de l'âge, et conséquences sur la qualité. *INRA: La composition corporelle des volailles*, 59-70.
- TOURAILLE, C. (1982) Influence du sexe et de l'âge à l'abattage sur les qualités organoleptiques des viandes de bovines limousines abattues entre 16 et 33 mois. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix.*, I.N.R.A, 60, 83-97.
- TOURAILLE, C. (1991) Organoleptic qualities of beef meat, influence of biological and technological factors. In *42nd Annual meeting of the European Association for Animal Production.*, pp. 44, Dummerstorf/Rostock, Germany.

- TOURAILLE, C. y GIRARD, J.P. (1985) Influence du sexe et de l'âge à l'abattage sur les qualités organoleptiques des viandes de bovines limousines abattues entre 16 et 33 mois. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix., I.N.R.A.*, 48, 83-89.
- TUMA, H.J., HENRICKSON, R.L., ODELL, G.V., y STEPHENS, D.E. (1963) Variation in the physical and chemical characteristics of the Longissimus dorsi muscle from animals differing in age. *J. Anim. Sci.*, 22, 354.
- TYSZKIEWICZ, S. y TYSZKIEWICZ, I. (1966) Proby ustalenia mechanizmu powstawania wycieku w czasie obróbki cieplnej mięsa. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn.*, 3, 39.
- VALDERRABANO, J. y FOLCH, J. (1984) Producción intensiva de corderos en praderas de regadío. Primeros resultados. *Ann. INIA./ Servicio Ganadería*, 21, 23-34.
- VALIN, C. (1988) Differentiation du tissu musculaire. Consequences technologiques pour la filière viande. *Reprod. Nutr. Develop.*, 28, 845.
- VALLS, M. (1980) Contribución al estudio Ovino Gallego. II. Características del crecimiento y de la canal de los corderos. *An. INIA. Ser.: Prod. Anim.*, 11, 17-27.
- VALLS, M., ESPEJO, M., y BONAITI, B. (1978) Étude du croisement entre les races ovines Fleischschaf et Aragonaise pour les caractères de croissance et d'abattage. *Ann. Zootech.*, 10, 391-401.
- VAN DEN OUWELAND, G.A.M. y SWAINE, R.L. (1980) Investigation of three species specific flavor of meat. *Perfumer and Flavorist.*, 5, 15-20.
- VAN HOOFF, J. (1981) Objective methods for texture evaluation of poultry meat. In *Proc. XI EUR. Symp. on the Quality of Poultry Meat*, pp. 165-179, Appeldoorn, the Netherlands.
- VAN QUAECKEBEKE, E., CAZES, J.P., y VALLADE, C. (1978) Alimentation et qualité des gras. In *Alimentation de la brebis et de la chèvre. 4<sup>o</sup> Journée de la recherche ovine et caprine.*, pp. 295-311, INRA-ITOVIC, SPEOC, Paris.
- VELASCO, S. (1999) Caracterización de los depósitos adiposos de corderos lechales en función de diversos parámetros productivos. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- VELASCO, S., LAUZURICA, S., CAÑEQUE, V., PEREZ, C., RUIZ DE HUIDOBRO, F., MANZANARES, C., y DIAZ, M.T. (2000) Carcass and meat quality of Talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. *Anim. Sci.*, 70, 253-263.
- VELASCO, S., PÉREZ, C., CAÑEQUE, V., HUIDOBRO, F., LAUZURICA, S., GAYAN, J., DIAZ, M.T., MANZANARES, C., SANCHA, J.L., y GÓMEZ, D. (1998) Efecto del sistema de destete en la calidad de la canal de corderos de raza Talaverana sacrificados a dos pesos. II. Características de la canal. In *XXIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia.*, Vol. I, pp. 117-121., Vitoria-Gasteiz.
- VERGARA, H. y GALLEGU, L. (1999b) Effect of type of suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems. *Meat Sci.*, 53, 211-215.
- VERGARA, H., GALLEGU, L., y MOLINA, A. (1993) Producción de carne de raza Manchega: I. Rendimiento de la canal y Componentes del quinto cuarto. In *XVIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, pp. 645-650, Albacete.
- VERGARA, H., GALLEGU, L., y MOLINA, A. (1994) Producción de carne en la raza Manchega: Composición tisular y regional. In *XIX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, pp. 82-88, Burgos.
- VERGARA, H., MOLINA, A., y GALLEGU, L. (1999a) Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Sci.*, 52, 221-226.
- VÉZINHET, A. y PRUD'HON, M. (1975) Evolution of various adipose deposits in growing rabbits and sheep. *Anim. Prod.*, 20, 363-370.

- VICENTI, A., CHIAVONE, M., DARIO, C., y BUFANO, G. (1993) Mutton production using crossed rams. 1. Performance F1 (Suffolk x Leccese) x Leccese lambs. *World Rev. Anim. Prod.*, 28, 56-60.
- VIGNERON, P., PRUD'HON, M., TOURAILLE, C., VALIN, C., BOUIX, J., y BIBE, B. (1986) Croissance des agneaux. Types de fibres musculaires et qualité de la viande. Muscles indicateurs. In 11<sup>ème</sup> Journées de la Recherche Ovine et Caprine. Qualité des Produits chez les Ovins et les Caprins (ed INRA), pp. 49-73, Versailles.
- VIMINI, R.J., FIELD, R.A., CROUSE, J.D., y MILLER, G.J. (1984) Factors affecting melting point of subcutaneous fat from heavy ram and wether lambs. *Int. Goat Sheeps Res.*, 2, 105-113.
- VIVIANI, R. (1970). Metabolism of long-chain fatty acids in the rumen. In *Advances in Lipid Research*, pp. 267-346. Academy Press, New York.
- WADA, K., SHIRAI, K., y KAWAMURA, A. (1980) Properties of collagens from pigskins of different ages. *J. Am. Leather Chem. Assoc.*, 75, 90.
- WAHLE, K.W.J., PATTERSON, S.M., y GARTON, G.A. (1978) Biosynthesis of branched-chain fatty acids by preparations from bovine adipose tissue. *Biochem. Soc. Trans.*, 6, 1157-1158.
- WARRIS, P.D., BROWN, S.N., y ADAMS, S.J.M. (1990a) Variation in haem pigment concentration and color in meat from British pigs. *Meat Sci.*, 28, 321-329.
- WARRIS, P.D., KESTIN, S.C., YOUNG, C.S., BEVIS, E.A., y BROWN, S.N. (1990b) Effect of preslaughter transport on carcass yield and indices of meat quality in sheep. *J. Sci. Food Agric.*, 51, 517-523.
- WASSERMAN, A.E. y SPINELLI, A.M. (1972). Chemistry of Meat Flavor. In *Flavor chemistry of Lipid foods*. (eds M. D. y S. T.H.), pp. 166-189. American of Oil Chemist Society., Champign, Illinois. pp:.
- WATT, I.G. (1968) *N. Z. J. Agric. Res.*, 116, 42.
- WEBB, E.C., BOSMAN, M.J.C., y CASEY, N.H. (1994) Dietary influences on subcutaneous fatty acid profiles and sensory characteristics in Dorper and SA Mutton Merino wethers, *S.A. J. Food Sci. Nutr.*, 6, 45-50.
- WESTERLING, D.B. y HEDRICK, H.B. (1979) Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Anim. Sci*, 48, 1343-1348.
- WHIPPLE, G. y KOOHMARAI, M. (1992) Effects of lamb age, muscle type, and 24 hour activity of endogenous proteinases on postmortem proteolysis. *J. Anim. Sci*, 70, 798-804.
- WIDDOWSON, E. (1980). Definitions of growth in Growth animals. In (ed E.T.L.J.L. Butterworths), pp. 1-9, London.
- WIELAND, H., SEIDEL, D., WIEGAND, V., y KREUSER, H. (1980) Serum lipoproteins and coronary disease (CAD). Comparison of the lipoprotein profile with the results of coronary angiography. *Atherosclerosis*, 36, 269-280.
- WOLF, B.T., SMITH, C., KING, S.W.B., y NICHOLSON, D. (1981) Genetic parameters of growth and carcass composition in crossbred lambs. *Anim. Prod.*, 32, 1-7.
- WOOD, J.D. (1982) Factors controlling fat deposition in meat animals. *Proc. N. Z. S. Anim. Prod.*, 42, 113-116.
- WOOD, J.D. (1984). Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In *Fats in Animal Nutrition*. (ed J. Wiseman), pp. 407-435, Butterworths, London.
- WOOD, J.D., ENSER, M., y WARRIS, P.D. (1991). Reducing fat quantity: implications for meat quality and health. In *Animal Biotechnology and the quality of meat production* (eds L.O. Fiems y B.G. Cottyn), pp. 69-84. Elsevier, New York.

- WOOD, J.D., FISHER, A.V., y WHELEHAN, O.P. (1986) The effects of a combined androgenic-oestrogenic anabolic agent in steers and bulls. 2. Muscle weight distribution, partition of body fat and carcass value. *Anim. Prod.*, 42, 213-222.
- WOOD, J.D. y McFIE, H.J.H. (1980) The significance of breed in the prediction of lamb carcass composition from fat thickness measurements. *Anim. Prod.*, 31, 315-319.
- WOOD, J.D., McFIE, H.J.H., POMEROY, R.W., y TWINN, D.J. (1980) Carcass composition in four sheep breeds: The importance of type of breed and stage of maturity. *Anim. Prod.*, 30, 135-152.
- WRIGHT, D.E., PAYNE, E., PYLE, C., AITKEN, W.M., y KIRTON, A.H. (1977) Polyunsaturated fat in young ruminants. *Anim. Feed. Sci. Techn.*, 2, 93-100.
- WULF, D.M., MORGAN, J.B., SANDERS, S.K., TATUM, J.D., SMITH, C.G., y WILLIAMS, S. (1995) Effects of dietary supplementation of vit. E on storage and cause life properties of lamb retail cuts. *J. Anim. Sci.*, 73, 399.
- WYLIE, A., CHESNUTT, D., y KILPATRICK, D.J. (1997) Growth and carcass characteristics of heavy slaughter weight lambs: effect of sire breed and sex of lamb and relationships to serum metabolites and IGF-1. *Anim. Sci.*, 2, 309-318.
- YEATES, N.T.M., EDEY, T.N., y HILL, M.K. (1975). The definition and measurement of meat quality. Tenderness. In *Animal Science* (eds N.T.M. Yeates, T.N. Edey y M.K. Hill). Pergamon Press, London.
- YOUNG, O.A. y BRAGGINS, T.J. (1993) Tenderness of ovine Semimembranosus: is collagen concentration or solubility the critical factor? *Meat Sci.*, 35, 213.
- ZIPRIN, Y.A., RHEE, K.S., y DAVIDSON, T.L. (1990) Characteristics of pork products from swine fed a high monounsaturated fat diet. Part 3. A high-fat cured product. *Meat Sci.*, 28, 171-180.
- ZYGOYIANNIS, D., STAMATARIS, C., y KATSAOUNIS, N. (1985) The melting point, iodine value, fatty acid composition and softness index of carcass fat in three different breeds of suckled lambs in Greece. *J. Agric. Sci. Camb.*, 104, 361-365.
- ZYGOYIANNIS, D., STAMATARIS, K., KOUIMTZIS, S., y DONEY, J.M. (1990) Carcass composition in lab of Greek dairy breeds of sheep. *Anim. Prod.*, 50, 261-269.