



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**“EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE ALPERUJO DE ACEITUNA EN LA
DIETA DE CORDEROS SUFFOLK DOWN SOBRE LA CALIDAD DE LA
CARNE”**

GONZALO ALEJANDRO RAMOS VILCHES

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento
De la Producción Animal

**PROFESOR GUÍA: DR. PATRICIO PÉREZ MELÉNDEZ
FINANCIAMIENTO: Fondo para la Innovación Agraria (FIA)**

**Santiago – Chile
2009**



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**



**“EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE ALPERUJO DE ACEITUNA EN LA
DIETA DE CORDEROS SUFFOLK DOWN SOBRE LA CALIDAD DE LA
CARNE”**

GONZALO ALEJANDRO RAMOS VILCHES

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento
De la Producción Animal

CALIFICACIÓN

FIRMA

PROFESOR GUÍA: DR. PATRICIO PÉREZ M.

PROFESOR CONSEJERO: DR. MARIO MAINO M.

PROFESORA CONSEJERA: DRA. ANITA SOTO C.

PROFESOR COLABORADOR: FERNANDO SQUELLA N.

FINANCIAMIENTO: Fondo para la Innovación Agraria (FIA)

**Santiago – Chile
2009**

I. AGRADECIMIENTOS

Una vez finalizada mi Memoria de Título no puedo dejar pasar la oportunidad de nombrar a todas las personas que hicieron posible este logro, cada uno de ellos plasmó una pequeña huella en mi personalidad y en mi formación académica, por consiguiente, quiero agradecer especialmente a:

- Mi profesor guía Dr. Patricio Pérez por creer en mí, por dedicarme su tiempo sin restricciones, por su inagotable disposición para orientar mi trabajo y por sus consejos: sabios en aspectos académicos y amigables en aspectos cotidianos.
- Mis Profesores consejeros Dr. Mario Maino y Dra. Anita Soto por el tiempo dedicado a mi Memoria y por sus recomendaciones asertivas.
- La Dra. Valeria Rojas, por sus recomendaciones y apoyo en el área estadística.
- Gastón Cassus y Rodrigo Lira, por facilitarme oportunamente la información requerida para realizar mis análisis.
- Todos quienes forman el Departamento de Fomento de la Producción Animal, en especial a: Sra. Corina Norambuena, Sr. Octavio González y la Sra. Norma San Martín, quienes compartieron sus lugares de trabajo conmigo y siempre me recibieron con una sonrisa calida.
- El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), representado por el Dr. Fernando Squella, y a la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), por otorgar el financiamiento para la realización de esta Memoria.
- Mis amigos, por que siempre estuvieron ahí con una palabrada de aliento, y por que me llevo algo de ellos para toda la vida, aunque nuestros caminos se separen.
- Mis padres Rosa y Germán, y mis hermanos Marcelo y David, por que simplemente no puedo imaginar la vida sin el paso de ustedes por ella.

II. RESUMEN

Se analizó el efecto de la incorporación de alperujo de aceituna en la dieta de 40 corderos machos Suffolk Down con un promedio de $85,8 \pm 7,4$ días de edad y $27,2 \pm 2,7$ kg, de peso vivo sobre las principales características de la carne (pH, temperatura, color de carne y grasa, y consistencia de la grasa), perfil de ácidos grasos y algunas características sensoriales de la carne (olor, terneza, jugosidad, aroma y apreciación global). Ocho corderos fueron criados en pastoreo junto a sus madres, 8 corderos fueron destetados y criados en confinamiento con una dieta control (basada en alfalfa y concentrado de grano de cereales) y los 24 restantes fueron destetados y criados en confinamiento con tres dietas que incluían 16, 32 y 48% de alperujo, con 8 corderos en cada dieta. El periodo experimental tuvo una duración de 47 días, y el beneficio se realizó a una edad promedio de $122,8 \pm 7,4$ días, con un peso vivo promedio de $32,56 \pm 2,62$ kg. La temperatura y pH fueron registradas en el músculo *Longissimus dorsi* entre las vértebras lumbares 4 y 5, inmediatamente después de la faena y 24 horas posterior a ésta. El color de la carne fue apreciado en el músculo *Recto abdominis* mediante un patrón fotográfico. El color de la grasa subcutánea se determinó por apreciación visual según patrón fotográfico y su consistencia mediante palpación, ambas en el cúmulo de grasa de la base de la cola. Las muestras para determinar el perfil de ácidos grasos mediante cromatografía de gases se obtuvieron de la grasa subcutánea ubicada sobre el músculo *Longissimus dorsi*, mientras que el análisis sensorial se realizó mediante una encuesta hedónica aplicada a 150 consumidores luego de consumir el corte chuleta cocinado al horno. Los distintos niveles de incorporación de alperujo no afectaron las principales características de la carne, pero se produjeron cambios significativos en el perfil de ácidos grasos que favorecen la calidad nutricional de la carne de cordero, registrándose una importante disminución de los ácidos grasos saturados y un incremento de los ácidos grasos monoinsaturados. Se detectó una disminución de la terneza y un aumento en la intensidad del aroma. Sin embargo, estas variaciones no provocaron cambios perjudiciales en la apreciación global de la carne de los tratamientos que incluyeron alperujo de aceituna.

III. SUMMARY

In this study the effect of the incorporation of two-stage olive cake in the diet of 40 Suffolk Down male lambs, of $85,8 \pm 7,4$ days old and $27,2 \pm 2,7$ kg liveweight, on the main characteristics of the meat (pH, temperature, meat and fat color, and fat consistency), fatty acids profile and some meat sensorial traits (odour, tenderness, juiciness, aroma and global appreciation) was analysed. A group of 8 lambs were maintained on pasture next to their mothers, 8 lambs were weaned and maintained in confined individual corrals with a control diet (based on alfalfa hay and cereal grain concentrate) and the rest were weaned and maintained in confined individual corrals with three diets that included 16, 32 and 48% of two-stage olive cake, with 8 lambs in each diet. The experimental period had a duration of 47 days, the lambs were slaughtered at the average age of $122,8 \pm 7,4$ days old, with a liveweight of $32,56 \pm 2,62$ kg. The temperature and pH were registered in the Longissimus dorsi muscle between the 4th and 5th lumbar vertebrae, immediately after the slaughter and 24 hours later. The color of the meat was appreciated in the *Recto abdominis* muscle by means of a photographic pattern, while the color of the subcutaneous fat was determined by visual appreciation according to photographic pattern. The consistency was measured through of tactile pressure. Both, color of subcutaneous fat and consistency were determined in the fatty deposits near to the tale base. The samples to determine the profile of fatty acids by means of gas chromatography were obtained from the subcutaneous fat located on the *Longissimus dorsi* muscle, by means of direct extraction, while the sensorial analysis was carried out by 150 consumers after consuming the cut chop cooked in to the oven. The different levels of alperujo incorporation didn't have effect on the main characteristics of the meat, but changes were registered in the fatty acids profile of the subcutaneous fat that favor the nutritional quality of lamb meat, registering an important decrease of the saturated fatty acids and an increase of the monounsaturated fatty acids. A decrease was detected in the tenderness and an increase in the intensity of the aroma. However, these variations didn't cause negative changes in the global appreciation of the meat from the different two-stage olive cake treatments.

IV. ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN.....
2. REVISIÓN BILIOGRÁFICA.....
2.1 Mercado Internacional de la carne ovina.....
2.2 Mercado Nacional de la carne ovina.....
2.3 Mercado internacional del aceite de oliva.....
2.4 Mercado Nacional del aceite de oliva.....
2.5 Sistemas de extracción del aceite de oliva.....
2.6 Subproductos de la producción de aceite de oliva.....
2.7 Consideraciones para el uso del alperujo en alimentación animal.....
2.8 El alperujo en alimentación animal y su efecto en la calidad del producto.....
2.9 Estimación de la cantidad de alperujo producido en Chile.....
2.10 Calidad de carne y factores determinantes.....
2.11 Indicadores de calidad de carne.....
2.12 Influencia de la nutrición sobre el contenido y tipo de ácidos grasos en la carne de rumiantes.....
2.13 Efecto de los ácidos grasos en los indicadores de la calidad de la carne de corderos.....
2.14 Análisis sensorial con panel de consumidores.....
2.16 Aspectos generales de la Raza Suffolk Down.....
3. HIPÓTESIS.....
4. OBJETIVOS.....
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....
6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....
8. CONCLUSIONES.....
9. BIBLIOGRAFÍA.....
10. ANEXOS.....

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería ovina corresponde a un sector con favorables expectativas de crecimiento y desarrollo a mediano y largo plazo, debido a diversas ventajas que presenta con respecto a otros rubros pecuarios. Por otra parte, los acuerdos comerciales suscritos por Chile permiten ampliar su mercado externo y mejorar las perspectivas económicas del rubro, a lo que también se suman las inversiones realizadas en la construcción de plantas faenadoras de carne en Osorno y Chillán con potencial para exportar carne ovina a cualquier país del mundo. Una contribución importante a dichas perspectivas de desarrollo también se encuentran dadas por el progreso realizado en ganado y en mejoramiento genético, con la introducción de razas especializadas en la producción de carne, permitiendo la obtención de un producto acorde a las necesidades del mercado. No obstante lo anterior, también presenta algunas deficiencias, como es la marcada dependencia de praderas naturales, lo cual ha obligado a este rubro pecuario a buscar alternativas de suplementación durante los periodos en que las praderas disminuyen su producción y calidad. Con el objetivo de suplir ésta deficiencia de forraje, y ante la problemática del uso de granos en la alimentación de rumiantes debido a su alto costo y su empleo en la dieta del hombre, ha surgido la integración de la producción ovina con el sector agrícola mediante la utilización de subproductos cuya disponibilidad coincide con la época de menor producción de las praderas y con la disminución de su calidad.

Dentro de los subproductos agrícolas susceptibles de ser aprovechados en alimentación animal se encuentran los desechos de la producción de aceite de oliva, industria que se encuentra en pleno crecimiento y desarrollo en nuestro país, cuyos desechos en la temporada 2007-2008 se estimaron en 26.000 toneladas, y que de acuerdo a las expectativas de crecimiento del sector, que consideran una tasa de plantación anual de 3000 ha, podrían aumentar hasta en un 180%, llegando a 46.800 toneladas el año 2014. Estos desechos se transforman en un problema debido a su potencial rol contaminante, por tanto es preciso desarrollar a corto plazo una adecuada gestión en el manejo de los residuos, que pueden tener un valor económico. Dentro de los desechos de la industria olivícola se

encuentra el alperujo, el cual se produce en un gran volumen durante los meses de abril, mayo y junio, lo que hace recomendable su uso en forma inmediata o su conservación y posterior utilización en alimentación animal.

Es bien conocida la benéfica composición de ácidos grasos del aceite de oliva, donde predominan fundamentalmente los ácidos grasos monoinsaturados. Además, también posee altos niveles de polifenoles, un tipo de antioxidante, los que en conjunto tendrían un efecto positivo sobre la salud coronaria en humanos. En base a lo anterior es atingente pensar que las benéficas características de este aceite también sean presentadas por el alperujo, y que al ser utilizado en la alimentación animal podría tener un efecto favorable en la calidad de sus productos.

En un intento por aportar solución a uno de los grandes inconvenientes de la producción ovina, mejorando la disponibilidad de alimento en periodos de escasez y la calidad de sus productos, y por otro lado, enmendar un problema incipiente de contaminación generado por la industria olivícola, se realizó un estudio que compromete estos dos sectores. El propósito de la presente memoria de título es evaluar la incorporación de alperujo en la dieta de corderos y determinar el efecto que ello podría tener en la calidad de la carne.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mercado Internacional de la carne ovina

La producción mundial de carne de ovina alcanzó a 13,9 millones de toneladas en el 2007, con un incremento de 2,1% con respecto al año 2006 (FAO, 2007), mientras que para el año 2008 la producción aumentó en un 2%, llegando a más de 14 millones de toneladas (FAO, 2008). Este crecimiento debería concentrarse en Asia, que representa más del 60% de la producción mundial, y en particular en China, la República Islámica del Irán y Pakistán. También debería aumentar la producción en África, gracias a los resultados obtenidos en Sudán y Sudáfrica, donde la producción debería recuperarse paralelamente con el tamaño de los rebaños. En América Latina y el Caribe, debería aumentar la producción de Argentina, ya que la limitada disponibilidad de forrajes y las malas condiciones de los pastizales determinaron un aumento de los animales sacrificados (FAO, 2007).

Durante el año 2007 el comercio de la carne de ovinos se situó en alrededor de 0,9 millones de toneladas, casi sin modificaciones respecto del año 2006 (FAO, 2007), mientras que durante el año 2008 cayó a 825.000 toneladas (FAO, 2008). Pese a lo anterior, según estimaciones de la FAO hacia el año 2016, se prevén pequeños incrementos en los principales mercados para este producto, tanto en producción como en consumo (OECD-FAO, 2007).

Los principales importadores de carne ovina son la Unión Europea (UE), Estados Unidos (EEUU), México, Arabia Saudita, China y, en menor escala, Japón, destacándose que las compras de los Estados Unidos aumentaron en un 2% durante el 2008, impulsadas principalmente por un mayor consumo. Una demanda estable, conjugada con el descenso de la producción, debería fomentar también el incremento de las importaciones de la Unión Europea, el destino más importante del comercio de la carne ovina (FAO, 2007). Por su parte, las exportaciones se encuentran concentradas en Nueva Zelanda, que aumentará levemente sus entregas de carne ovina, y Australia, que contrajo las exportaciones en el 2007, debido a un déficit de producción, lo cual contrarresta ampliamente el pequeño aumento de las entregas de Nueva Zelanda (FAO, 2007).

2.2 Mercado Nacional de la carne ovina

La población ovina, según el censo nacional agropecuario realizado el año 2007, asciende a 3.888.717 cabezas distribuidas entre 76.205 ganaderos, lo que representa un incremento de 5,2% y una disminución de 16,1% en el número de cabezas de ganado y en el número de productores, respectivamente, desde el censo agropecuario realizado en el año 1997. Dicha población ovina se caracteriza por su fuerte concentración geográfica (Tabla 1), pues de acuerdo a la información disponible, las regiones XI de Aysén y XII de Magallanes poseen en conjunto el 64,8% de la población total existente en el país (INE, 2007).

Tabla 1. Existencias ovinas por región.

Región	Nº de cabezas	Porcentaje
Tarapacá/Arica y Parinacota	28.333	0,72
Antofagasta	10.588	0,27
Atacama	5.232	0,13
Coquimbo	84.215	2,16
Valparaíso	30.485	0,78
Metropolitana	24.517	0,63
Bernardo O'Higgins	157.648	4,05
Maule	155.120	3,90
Bío Bío	173.287	4,40
Araucanía	277.774	7,14
Los Ríos/Los Lagos	431.318	11,09
Aysén	304.930	7,80
Magallanes	2.205.270	56,7
Total	3.888.717	100
Fuente: INE, 2007.		

En el resto de las regiones del país, principalmente desde O'Higgins hasta Los Lagos, la comercialización de la producción de corderos y de lana presenta un alto grado de informalidad, la cual es generada por la alta participación de pequeños productores en la producción ovina, que orientan su producto al consumo local. Esta atomización e informalidad de la producción de carne y lana dificulta la transferencia de tecnología, a lo que se suma que parte importante de la población ovina controlada por los pequeños productores se ubica en suelos de baja productividad, consolidándose un círculo vicioso, con bajos niveles

productivos y creciente degradación de recursos. Sin embargo, en los últimos años se han desarrollado importantes inversiones, tanto en el sector primario como en el sector industrial, motivadas por las condiciones de los mercados internacionales, en los cuales el producto chileno tiene excelentes oportunidades de insertarse (ODEPA, 2007).

Entre los años 2001 y 2005 la producción de carne ovina en vara disminuyó, en promedio, un 4% anualmente. Esta situación se relacionó con la retención de vientres que se produjo durante estos años, debido a las favorables expectativas de precios observadas por los ganaderos de las principales regiones productoras, especialmente la de Magallanes. En el año 2006 esta tendencia se revirtió, elevándose la producción en un 20%, producto del mayor beneficio registrado. Durante el año 2007, la producción alcanzó las 10.311 toneladas, un 7,36% menos que la obtenida en el año 2006 (ODEPA, 2008a), mientras que para el periodo enero-agosto de 2008 la producción aumentó en un 8,11%, alcanzando 9.399 toneladas (ODEPA, 2008b).

La mayor cantidad de la carne ovina producida en Chile es exportada y durante los últimos diez años las ventas al exterior de este producto han experimentado un crecimiento sostenido, pasando de US\$ 6,4 millones en 1994 a US\$ 20 millones en el 2004, lo que representa un crecimiento promedio anual de 12% (ODEPA 2007). En el año 2007 las ventas al exterior fueron por un valor de US\$ 20,7 (ODEPA, 2008a), mientras que para el periodo enero-septiembre de 2008 el valor de las exportaciones se incrementó en un 14,8%, llegando a US\$ 21,6 millones (ODEPA, 2008b). Cabe esperar que gracias a los acuerdos comerciales firmados por nuestro país, que otorgan una condición ventajosa a la carne ovina, las exportaciones de este producto sigan aumentando.

El consumo promedio de carne ovina en el período 1984 - 1994 alcanzó a 0,8 kg/hab/año, mientras que en el decenio posterior esta cifra se redujo a 0,5 kg/hab/año. Entre los años 2005 y 2007 el consumo per cápita se mantuvo en torno a los 0,3 kg/habitante/año (ODEPA, 2008a).

Finalmente, el crecimiento proyectado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) hacia el año 2016 pronostica

pequeños incrementos en los principales mercados mundiales de la carne ovina (OECD-FAO, 2007), lo que genera un escenario favorable tanto para las exportaciones chilenas tradicionales (Región de Magallanes), como para aquellas inversiones con perspectivas de exportación que se han desarrollado en la zona centro-sur.

2.3 Mercado internacional del aceite de oliva

El aceite de oliva tuvo una participación de un 2,4% en la producción mundial de aceites vegetales en la temporada 2007-2008, lo que equivale a una producción de 3,02 millones de toneladas, que a su vez representa un aumento de 30.000 toneladas en relación a la temporada anterior (USDA, 2008). Dicha producción está sustentada por 8,8 millones de hectáreas plantadas con olivos, y que durante los últimos 3 años experimentaron un incremento de 540.000 ha, lo que indica una tendencia al alza de la superficie mundial dedicada a la industria olivícola (FAOSTAT, 2008). A pesar que su mayor costo limita, en cierto grado, la expansión más acentuada del consumo, las cualidades benéficas para la salud humana del aceite de oliva han promocionado el incremento de la superficie de olivos a nivel mundial (ODEPA, 2008c).

La Unión Europea es el mayor productor de aceite de oliva y dentro de ella destacan España, Italia, Grecia, Portugal y Francia, quienes concentran el 80% de la producción mundial y cuentan con más del 60% de la superficie plantada (FAOSTAT, 2008). En Norte América, Estados Unidos muestra un aumento en la superficie plantada con olivos, lo que situaría a este país en condiciones semejantes a las de Francia, en términos de volumen de producción de aceite de oliva. En América Latina, Chile y Perú serían los países que más han aumentado su superficie plantada de olivos. En Perú, para el 2006, se estimó una superficie de 8.650 ha, ubicadas en el extremo sur del país, especialmente en la zona de Tacna y Arequipa (ODEPA, 2008c).

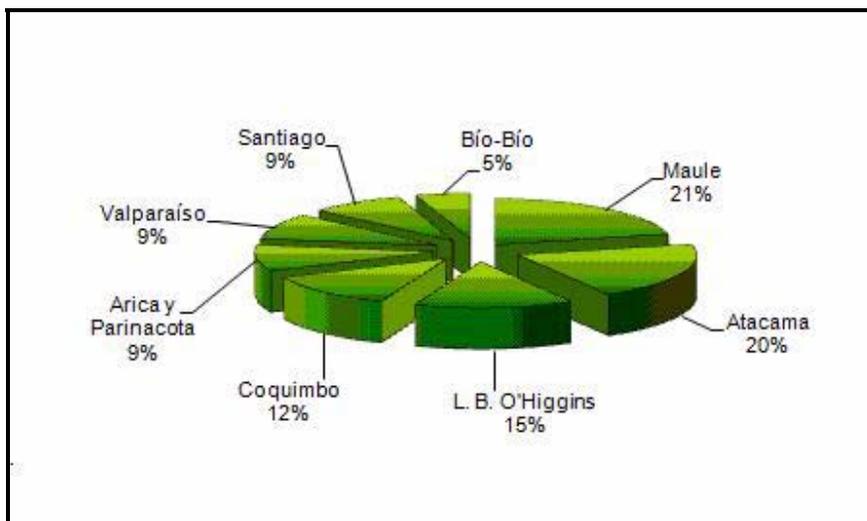
El consumo mundial de aceite de oliva es de 650 g/hab/año, el cual ha experimentado en las últimas cinco temporadas una tendencia al alza, sin

embargo, la tasa de crecimiento sigue siendo menor que la de los otros aceites, situándose en alrededor de 2% anual (USDA, 2008).

2.4 Mercado nacional del aceite de oliva

La industria olivícola nacional se encuentra en una etapa de desarrollo y crecimiento, ya que de acuerdo a las cifras preliminares entregadas por el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal de 2007, en Chile existen 16.519,59 ha plantadas con olivos de las cuales 10.000 se dedican a la producción de aceite de oliva. Durante la temporada agrícola 2006-2007 la producción total de aceitunas alcanzó alrededor de 50.000 toneladas, de las cuales un 65% se destinó a la producción de aceite de oliva, elaborándose entre 4.000 y 4.500 toneladas de dicho producto (ODEPA, 2008c). Las plantaciones de olivos se encuentran distribuidas a lo largo del país, concentrándose el 54% en las regiones V, Metropolitana, VI y VII, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Distribución regional de las plantaciones de olivos 2007.



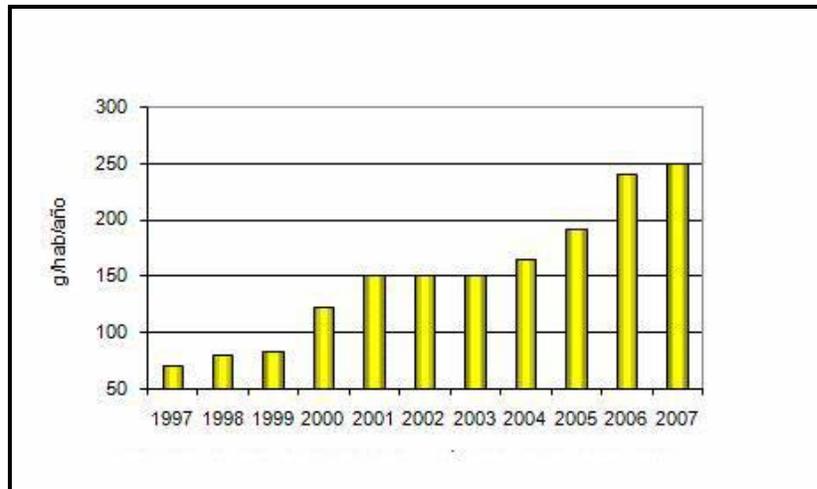
Fuente: INE, 2007.

Por otra parte, las exportaciones de aceite de oliva virgen en el 2007 alcanzaron a 561,8 toneladas, lo que corresponde a un aumento del 58% en relación al año 2006, teniendo como principal destino Estados Unidos (41,6%), España (13,8%), Canadá (8,5%), Venezuela (7,6%), México (6,5%), Sudáfrica (4,2%), y Taiwán (3,8%). En tanto que las importaciones poco a poco han ido

disminuyendo, promediando 1.370 toneladas entre 2005 y 2007, siendo reemplazadas por el excedente de la producción nacional (ODEPA, 2008c).

El consumo nacional de aceite de oliva el año 2007 llegó a 250 g/hab/año, lo que corresponde a un aumento de 252,6% en relación al año 1997 (Figura 2). Cabe destacar que estas cifras pueden ser incrementadas a través de una adecuada información y campañas de promoción del consumo (ODEPA, 2008c).

Figura 2. Evolución del consumo per cápita de aceite de oliva.



Fuente: ODEPA, 2008c.

Acciones públicas y privadas realizadas durante los últimos años avalan las excelentes expectativas de crecimiento del sector, por cuanto se estima que en la temporada 2006-2007 se habrían plantado cerca de 4.200 ha con olivos, especialmente en las regiones del Maule y del Libertador Bernardo O'Higgins, y según los pronósticos, la superficie plantada con olivos podría alcanzar entre 25.000 y 30.000 ha el año 2014, y a cerca de 100.000 ha el año 2030. Por esta razón se requiere a corto plazo una adecuada gestión en el manejo de los residuos que pueden tener un valor económico y contribuir a una producción sustentable del olivo a largo plazo (ODEPA, 2008c).

2.5 Sistemas de extracción de aceite de oliva

Una vez que las aceitunas son cosechadas se transportan a la almazara (lugar de recepción y selección) para luego proceder a la limpieza, eliminación de

las hojas, lavado y pesado de las aceitunas. La fase siguiente es la molienda, que tiene por objetivo romper las células de la pulpa y provocar la salida del aceite desde las vacuolas de almacenamiento para su reunión en gotas más gruesas y permitir su separación. La pasta resultante de la molienda ingresa a un proceso de batido que tiene por finalidad romper la emulsión aceite-agua y facilitar la reunión de las minúsculas gotas de aceite en gotas de diámetro superior y permitir la separación del aceite en fase continua. Una vez terminado el batido comienza la fase de extracción propiamente tal del aceite de oliva, la cual se realiza fundamentalmente por dos medios: presión y centrifugación. La extracción por presión corresponde al proceso más antiguo, el cual ha sido reemplazado por la extracción mediante centrifugación, que presenta ventajas comparativas, siendo el más utilizado en la actualidad. Dentro de la extracción por centrifugación se pueden distinguir dos métodos (Sampedro, 2005):

2.5.1 De tres fases: en este sistema se introducen las aceitunas, previamente molidas en trituradores, en el decantador de centrifugación horizontal con agua del exterior para diluir la pasta y hacerla girar a gran velocidad. Con esta centrifugación se consigue la separación por diferencia de densidad de una fase oleosa, otra acuosa o alpechín y una fase sólida u orujo (Aranda, 2006) (Anexo 1). La cantidad de alpechín producido en el proceso es de 1 a 1,6 metros cúbicos por tonelada de aceitunas, mientras que la cantidad de orujo obtenido alcanza los 550 kg por tonelada de aceituna, lo que lo transforma en un sistema más contaminante que el de dos fases (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007).

2.5.2 De dos fases: no requiere aplicar agua del exterior a la pasta de aceitunas, por lo tanto, el volumen de alpechín generado es casi nulo. Tras la centrifugación con este sistema, conocido como “sistema ecológico”, se obtiene la fase oleosa y un residuo sólido, con algo de aceite y con bastante más humedad que el obtenido en el sistema continuo de tres fases, conocido como alperujo húmedo (Anexo 2). Hoy en día la mayor parte de la producción mundial de aceite de oliva es obtenida mediante este sistema, debido a la mejor calidad de aceite que genera y a la menor cantidad de residuos que produce, los cuales se estiman en 800 kg de alperujo por tonelada de aceitunas procesada (Aranda, 2006).

2.6 Subproductos de la producción de aceite de oliva

2.6.1 Orujo

Es el residuo de la primera extracción del aceite por presión de la aceituna entera, está compuesto por una mezcla de agua, pulpa, hueso y piel de la aceituna. Dependiendo del contenido de aceite puede distinguirse entre orujo bruto, el cual contiene alrededor del 9% de aceite, y orujo agotado, al cual se ha extraído gran parte del aceite residual por disolventes como el hexano. Además, pueden diferenciarse el orujo parcialmente deshuesado y el orujo deshidratado, en los cuales se ha disminuido el contenido de hueso y agua por tamizado y deshidratación, respectivamente (FAO, 1985).

2.6.2 Alpechín

Es el residuo líquido, de color marrón, que se ha separado del aceite mediante centrifugación o sedimentación después del prensado en el sistema de tres fases (Fedeli y Camurati, 1981, citados por FAO, 1985). Está compuesto por restos de pulpa, aceite, mucílagos y pectinas suspendidos en una emulsión estable. El agua contenida por este subproducto proviene principalmente de aquella incorporada al proceso para hacer la mezcla más fluida y en menor medida proviene del contenido de agua del mismo fruto (Paredes *et al.*, 1999).

2.6.3 Alperujo

Mezcla de alpechín y orujo obtenida en el proceso de extracción de aceite por el sistema de decantación en dos fases (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007). Entre las características químicas del alperujo destacan su alto grado de humedad (65%) y contenido de materia orgánica (lignina, hemicelulosa y celulosa); pH ligeramente ácido; alto contenido de K y Fe; cantidades considerables de Zn y Cu; bajo contenido de N, P, Ca y Mg; y cantidades variables de Mn. Los aceites también se pueden encontrar en el alperujo bruto, fundamentalmente los ácidos grasos insaturados oleico y linoleico, y el ácido graso saturado palmítico (Alburquerque *et al.*, 2004).

Posee carbohidratos hidrosolubles como el manitol, sacarosa y fructosa. Los restos de pared celular de la aceituna le proveen de una cantidad considerable de polisacáridos pécticos y polímeros de hemicelulosa ricos en xilano

y xiloglucanos (Cabrera *et al.*, 2002, citados por Aranda, 2006). El contenido de proteína cruda es bajo y variable (48 a 106 g/kg en base materia seca), con cantidades considerables de prolina, baja lisina y metionina (Martín García *et al.*, 2003), mientras que el contenido de energía es considerablemente alto, presumiblemente debido a la presencia de carbohidratos estructurales como energía bruta (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007). En la tabla 2 se presentan resumidas las principales características químicas del alperujo.

Tabla 2. Composición química de alperujos de aceitunas.

Parámetros	Mezcla sólido Líquido *	Mezcla sin Hueso *	Mezcla sin hueso sin aceite*
pH	5,3-5,8	4,87	5,0
Ceniza	7,1-7,46	7,65	9,12
Lípidos	4,34	7,18	6,38
Proteínas	13,56-14,80	9,44	8,65
Azúcares	1,30-2,31	1,48	1,21
Taninos	1,25-2,70	2,18	2,61
Nitrógeno	2,48-3,16	2,10	1,96

*Valores presentados como % del peso húmedo.

Fuente: Azbar, 2004.

En consecuencia, el alperujo es un material inestable, con gran actividad microbiológica debido a la alta proporción de materia orgánica disponible que posee, por lo que es necesario su estabilización previa para ser utilizado (Aranda, 2006).

2.6.4 Hojas de olivos

Mezcla de hojas y ramas provenientes de la poda del olivo o de la cosecha y limpieza de la aceituna antes de la extracción del aceite. Se estima que los desechos de la poda corresponden a 25 kg por árbol, mientras que los desechos de la cosecha y limpieza de la aceituna corresponden al 5% del peso de las aceitunas cosechadas (Zolopoulos, 1983, citado por FAO, 1985).

2.6.5 Otros

El cuesco de la aceituna puede transformarse en un subproducto individual cuando es separado de la pulpa antes o después de la extracción del aceite. Por

lo tanto, esta separación resulta en dos subproductos distintos: la pulpa y el cuesco de aceituna (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007).

2.7 Consideraciones para el uso del alperujo en alimentación animal

2.7.1 Digestibilidad

Al determinar la digestibilidad del alperujo se deben tomar en cuenta muchos factores, entre ellos, el nivel de participación en la ración total, el tipo de alimento con que se combinan, el nivel de alimentación del animal, el método de cálculo de la digestibilidad y la forma en que es ofrecido. Lo anterior ha llevado a que las condiciones de los ensayos realizados no siempre estén claramente definidas, y que los datos sean muy heterogéneos y poco comparables (FAO, 1985). La mayoría de los estudios de digestibilidad se han realizado con orujos deshuesados y agotados (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007), siendo calculada por diferencia e ignorando efectos de asociación entre otros componentes de la dieta.

Se ha concluido que la digestibilidad aparente de la materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC) es baja (20-50%) y está influenciada por el tipo de orujo, mientras que la digestibilidad del extracto etéreo (EE) es alta (60-90%) independiente del tipo de orujo y método de procesamiento (Theriez y Boule, 1970, citados por Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007). Por otra parte, Molina y Aguilera (1988), citados por Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz (2007), encontraron que la digestibilidad aparente de los componentes de pared celular era baja: fibra neutro detergente (FND), 15%; fibra ácido detergente (FAD), 9%; lignina ácido detergente (LAD), 14%.

La baja digestibilidad del orujo podría deberse a una disminución de la actividad de la flora del rumen (Theriez y Boule, 1970, citados por Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007). Esta situación podría estar dada por su alto contenido de grasa, ya que puede producir alteraciones en la digestión y el apetito, dado que los rumiantes son sensibles a un consumo de grasa superior al 5% de la materia seca de la ración (FAO, 1985). Por otra parte, el tipo de ácido graso entregado en la dieta puede disminuir la producción de metano, específicamente el palmítico y

esteárico (FAO, 1985). También debe tomarse en cuenta la presencia de taninos y fenoles, que inhibirían la fermentación y harían insolubles las proteínas de la ración y del propio orujo (Theriez y Boule 1970, citados por FAO, 1985). Sin embargo, durante la extracción del aceite se elimina gran cantidad de polifenoles y de taninos en los alpechines (FAO, 1985).

El orujo es rico en lignina y pobre en contenido celular, produciéndose un fenómeno de “protección” de los hidratos de carbono vinculados a la lignina. Por otro lado, la forma en que es ofrecido también puede hacer variar la digestibilidad (Nefzaoui y Vanbelle, 1986). En cuanto al potencial tóxico de los taninos Yáñez-Ruiz y Molina-Alcaide (2007) concluyeron que éstos no tienen efectos deletéreos sobre ovinos o caprinos.

2.7.2 Consumo

Según FAO (1985) los orujos poseen una baja palatabilidad que determina un bajo consumo, lo que ha obligado a la utilización de la melaza de remolacha en la dieta. Las raciones que tienen una parte más o menos importante de orujos (20-80%) se ingieren en cantidades que van desde 1,4 a 2,2 kg de materia seca (MS) por día en los ovinos. Pueden existir diferencias en el consumo dependiendo de la forma en que es ofrecido (pelletizado o ensilado) (Nefzaoui y Vanbelle, 1986).

Los consumos registrados en ovejas preñadas o en lactancia se encuentran alrededor de los 700 g MS/día de concentrados y pellets que incluían orujo (100 a 300 g/kg) (Aguilera *et al.*, 1992; Chiofalo *et al.*, 2004), llegándose a determinar que ovejas en lactancia tienen un mayor consumo en comparación a cabras y vacas en lactancia (Hadjipanayiotou, 1999). Cuando se ofrecen bloques de alimentación con una proporción alta de alperujo a corderos y carneros con una dieta basal (*acacia cyanophylla*) los consumos son considerablemente bajos (Ben Salem *et al.*, 2000).

2.7.3. Degradación y fermentación ruminal

La degradación ruminal en ovejas es baja y lenta, alcanzando el 32% de la MS después de haber estado 72 horas en el rumen, para el orujo deshuesado y agotado (Nefzaoui, 1985, citado por Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007). La degradabilidad de MO y FAD en ovinos es de 51 y 37%, respectivamente

(Nefzaoui y Vanbelle, 1986). Consecuentemente, Martín García *et al.* (2003), reportan valores de degradabilidad ruminal de PC bajos, que iban desde 38 a 44%. Estos valores pueden explicarse debido a que alrededor del 75 al 90% del nitrógeno está unido a lignocelulosa, quedando no disponible para ser degradado por la flora ruminal (FAO, 1985). Pese a lo anterior, la degradabilidad ruminal para aminoácidos es alta (sobre el 80%), especialmente para histidina, lisina, fenilalanina, treonina, tirosina, isoleucina y leucina (Martín García *et al.*, 2003). Los primeros estudios indican que las concentraciones ruminales de amonio no ionizado (NH₃-N) en ovinos alimentadas con orujo agotado *ad libitum* estaban por debajo de los valores sugeridos para una fermentación microbiana óptima en animales alimentados con materiales con alto contenido de lignocelulosa (Nefzaoui, 1985). Por otro lado, la ingestión del orujo genera una débil producción de ácidos grasos volátiles totales y un pH que puede variar entre 6,3 a 6,8. Todas estas características lo transforman en una dieta de mediana calidad que favorece la actividad celulolítica (Yáñez Ruiz *et al.*, 2004).

2.8 El alperujo en alimentación animal y su efecto en la calidad del producto

Se han realizado numerosos estudios enfocados a determinar el efecto de la inclusión de los subproductos del olivo en el rendimiento animal pero muy pocos se han orientado a estudiar sus efectos en la calidad de la leche y la carne (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007). Dentro de estos estudios se han descrito diferentes formas de inclusión del alperujo en alimentación animal: fresco, ensilado, deshidratado o como componente de concentrados, pellets y bloques multinutrientes (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007).

En un estudio centrado en la calidad del producto, Molina Alcaide *et al.* (2005), incluyeron alperujo en bloques multinutrientes que reemplazaron el 50% del concentrado de la dieta de cabras en lactancia sin observar resultados significativos en la producción de leche. En cambio, se observaron variaciones en el perfil de ácidos grasos, acrecentándose el ácido oleico, linoleico, ácido linoleico conjugado (*cis* 9 - *trans* 11) y los ácidos grasos insaturados totales (TUFA) en los

animales alimentados con dietas que contenían alperujo en comparación a los alimentados con un concentrado comercial.

En calidad de carne Quenaya y Yucronic (2007) reportaron una reducción de la proporción de ácidos grasos saturados (SFA), con disminución del ácido palmítico y un aumento de los ácidos grasos monoinsaturados (MUFA), con incremento del ácido graso oleico en la grasa subcutánea de corderos alimentados con alperujo (35% de la dieta), lo que debe ser entendido como una mejora en la calidad nutritiva de la carne de corderos suplementados con alperujo de aceituna. En cuanto a la aceptabilidad global de la carne de corderos suplementados con bloques de alimentación que incluían alperujo de aceituna, se señala una ligera disminución en comparación a corderos que recibían un concentrado convencional. Sin embargo, la carne de todos los tratamientos presentó altos niveles de aceptación por parte del panel de degustación (Priolo *et al.*, 2002).

Los distintos estudios realizados en relación a la inclusión del alperujo en la dieta de rumiantes determinaron que éste no sólo puede ser una fuente de bajo costo de energía y fibra, sino también un medio para generar productos animales más saludables en su composición de ácidos grasos. Este tema requiere de nuevas investigaciones que incluyan análisis de calidad de carne (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2007).

2.9 Estimación de la cantidad de alperujo producido en Chile

La superficie plantada con olivos dedicados a la producción de aceite de oliva se estima en 10.000 ha, que producen alrededor de 32.500 toneladas de aceitunas, las cuales generarían 26.000 toneladas anuales de alperujo en el proceso de extracción por el sistema de dos fases. Esta cifra no parece importante si se compara con países como España o Italia, donde los desechos producidos son del orden de millones de toneladas, pero si se consideran las expectativas de crecimiento a mediano y largo plazo, manteniendo la producción por hectárea y la proporción de hectáreas dedicadas al rubro olivícola, el año 2014 se producirán entre 39.000 a 46.800 toneladas de alperujo, lo que representa un incremento de 150% a 180% en siete años. Además, se estima que el año 2030 las plantaciones de olivo llegarán a las 100.000 hectáreas, lo que generaría una cantidad de

alperujo de alrededor de 156.000 toneladas. Por lo tanto, adquieren relevancia los procesos de eliminación o aprovechamiento de estos residuos.

2.10 Calidad de carne y factores determinantes

Según Pérez (2003), la calidad de la carne fresca como producto final está determinada por múltiples factores. Entre otros, la raza del animal, el sistema de producción aplicado, las condiciones y peso de sacrificio, el tiempo en que las canales permanecen en cámaras y el tiempo que media entre el sacrificio del animal y el momento de su consumo (periodo de maduración de las carnes). La edad es otro de los factores a tener en cuenta y uno de los que más influye sobre la calidad de la carne, referido a edad fisiológica, que se expresa en porcentaje de peso vivo adulto alcanzado y que determina el estado de desarrollo del animal, característica que influye notoriamente en la diferencia entre razas, determinando su precocidad y su peso al sacrificio. Se agrega también el grado de engrasamiento, el peso de la canal, el color de la carne, la composición química, pH, dureza, ácidos grasos volátiles, composición de ácidos grasos y el análisis sensorial. Esto plantea la necesidad de conocer y evaluar las características organolépticas y de aceptabilidad de la carne de cordero.

2.10.1 Raza

Como resultado de numerosas investigaciones se ha establecido que la raza ejerce influencia sobre la textura y el color, sobre todo si se considera conjuntamente la raza-sistema de producción (Asenjo *et al.*, 2005). Pese a lo anterior, existen estudios que difieren en sus resultados, es así como Revilla *et al.* (2005) no encontraron diferencias entre razas en el color, intensidad del aroma y sabor, pero si encontraron diferencias en textura (dureza, jugosidad, elasticidad, fibrosidad y sensación grasa) entre las razas estudiadas.

López *et al.* (2000) encontraron que la raza Pelibuey (P) presentó un menor contenido de humedad en su carne en comparación con la carne del cruce Pelibuey x Suffolk (PS). Además determinaron que la raza P presentó un mayor contenido de grasa que los cruces PS y Pelibuey x Rambouillet (PR). El contenido de colágeno de las cruces mencionadas fue menor que el de la raza P. Pese a que el estudio anterior describe características tecnológicas de la carne, sus

resultados tienen relación con los encontrados por Arsenos *et al.* (2002) quienes demostraron que la raza es un factor que afecta la calidad sensorial de la carne de cordero, encontrando efectos significativos sobre sabor, jugosidad, ternura y aceptabilidad. No obstante lo anterior, Bianchi *et al.* (2006a) señalan no encontrar diferencias significativas en las características tecnológicas de la carne (pH y color) al comparar corderos en confinamiento de diferentes genotipos.

En base a la literatura citada se puede establecer que al comparar determinadas razas pueden existir diferencias en algunas características de la carne, por ejemplo, la textura, contenido de grasa o algunas características tecnológicas de la carne. Estas diferencias no son generalizables a todas las razas y sólo pueden extenderse a las razas estudiadas.

2.10.2 Edad y peso de sacrificio

En numerosas experiencias se ha observado que a medida que aumenta el peso de sacrificio, también lo hace el pH final, la coordenada de color rojo (a^*) y el porcentaje de MUFA, principalmente oleico. Sin embargo, en otros indicadores existe discrepancia entre autores por la influencia de otras variables (Asenjo *et al.*, 2005). Según Pérez *et al.* (2006) la carne de corderos lechales del cruce Suffolk Down x Merino precoz alemán faenados a los 10 y 15 kg no presenta diferencias significativas en cuanto a la aceptabilidad y evaluación sensorial, lo que contrasta con los resultados de Mardones (2000), quien describe diferencias en la aceptabilidad y en aroma por efectos del peso de sacrificio en lechales Suffolk Down, siendo la carne más aceptada proveniente de animales de mayor peso, lo que hay que asociar a su mayor contenido graso y, por lo tanto, mejor sabor. En este mismo contexto, los resultados de Mardones (2000) concuerdan con los resultados de Bianchi *et al.* (2006b) quienes encontraron que corderos pesados y de mayor edad tienen un grado superior de engrasamiento que corderos livianos y de menor edad.

En lo que respecta a textura y capacidad de retención de agua (CRA), Pérez *et al.* (2006) no detectaron diferencias significativas atribuibles al peso de sacrificio, lo que contrasta con los resultados obtenidos por Bianchi *et al.* (2006b), donde la carne de corderos pesados resultó más tierna y jugosa, y con mejor

sabor y aceptabilidad que la carne de corderos livianos, recibiendo un puntaje superior en apreciación global por parte de los consumidores. Sin embargo, en cuanto a calidad instrumental y tecnológica presentaron diferencias sólo en las lecturas de pH, las cuales fueron superiores a lo deseable en los corderos livianos, de lo cual se puede deducir una mayor sensibilidad del análisis sensorial frente al instrumental. Bianchi *et al.* (2006b) aclaran que el cambio en el pH puede haber estado dado más por el estrés producido por la separación abrupta de sus madres al momento del sacrificio, que por el peso de sacrificio.

En resumen se concluye que la edad y el peso de sacrificio puede afectar el grado de engrasamiento y el perfil de la grasa depositada por los corderos y esto, a su vez, puede afectar las características sensoriales de la carne. También es probable que al comparar corderos beneficiados con pequeñas diferencias de peso no se exprese en forma clara la influencia de la edad y el peso de sacrificio.

2.10.3 Género

En la especie ovina no existe consenso entre los diferentes grupos de investigación respecto de la influencia de este factor sobre el color o la CRA (Asenjo *et al.*, 2005). Según Pérez *et al.* (2006) la aceptabilidad, la evaluación sensorial, la textura y la CRA de la carne de corderos lechales del cruce Suffolk Down x Merino precoz alemán no presenta diferencias significativas atribuibles al sexo, sin embargo, los valores de textura más bajos se encontraron en las hembras de ambos pesos, lo que coincide con los resultados obtenidos por Garibotto *et al.* (2003), quienes no reportaron diferencias significativas en la textura de corderos Corriedale atribuibles al sexo, pero si se aprecia que la carne de las hembras tiende a ser más tierna que la de los machos. Los resultados de estos investigadores se ven respaldados con los obtenidos por López *et al.* (2000) quienes encontraron diferencias estadísticamente significativas entre machos y hembras en el contenido de grasa, mayor en hembras; humedad, menor en hembras; y colágeno, menor en hembras. Por su parte Ruiz de Huidobro *et al.* (1998) encontraron que el sexo no influyó en la coloración, pero sí en la CRA, siendo su valor más alto en machos que en hembras ($P \leq 0,05$). Pese a lo anterior, el panel de catadores no detectó diferencias sensoriales debidas al sexo.

Queda claro entonces que en general la carne de las hembras tiende a ser más tierna que la de los machos, probablemente por su mayor contenido graso y menor contenido de colágeno. Pese a que la CRA esta relacionada positivamente con el grado de terniza, algunos estudios muestran que la carne de las hembras tiene menor humedad y mayor terniza, por tanto este es uno de los indicadores en los cuales no existe consenso.

3.10.4 Sistema de producción y manejo

El manejo en pastoreo o en confinamiento y el tipo de alimentación pueden influir notablemente en la composición de la grasa, en las características sensoriales y en el color de la carne (Asenjo *et al.*, 2005). Panea *et al.* (2007) estudiaron el efecto del sistema de producción sobre la calidad sensorial de la carne de cordero, medida mediante una prueba de consumidores, encontrando diferencias significativas en la terniza, resultando los corderos a pastoreo suplementados con concentrado los menos tiernos, comparados con corderos en pastoreo sin suplemento y estabulados consumiendo concentrado.

En lo que respecta a la influencia del sistema de producción en la composición de la grasa, Álvarez *et al.* (2007) compararon corderos a pastoreo y en confinamiento con dieta basada en concentrados, encontrando que los corderos en pastoreo tenían una menor proporción de ácidos grasos monoinsaturados y una mayor proporción de ácidos grasos saturados, situación explicada por la activa biohidrogenación que se da en el rumen de las grasas entregadas en la dieta. Además, los corderos alimentados en pradera presentaron una mayor cantidad de grasa intramuscular que los corderos alimentados con concentrado, y por consiguiente, una mayor proporción de los ácidos grasos formando parte de los lípidos neutros, ya que a medida que aumenta la grasa intramuscular aumentan también los lípidos neutros. La experiencia anterior no coincide con la idea generalizada de que la alimentación con concentrados genera un mayor grado de marmoleo (grasa intramuscular), pero es necesario ser rigurosos en las comparaciones, ya que en muchos ensayos el grado de marmoleo varía de acuerdo a la especie, raza, edad al beneficio, etc., y no sólo debido al tipo de alimentación.

En resumen se concluye que en este punto no existen dudas en que el sistema de producción, el cual determina el tipo de alimentación, es uno de los factores más importantes en la composición de la grasa depositada por los corderos y también en las características sensoriales de la carne.

2.10.5 Tiempo de maduración, conservación, temperatura

El tiempo y el método de almacenamiento son factores tecnológicos determinantes a la hora de mantener la calidad de la carne (Asenjo *et al.*, 2005). Vergara *et al.* (2007) estudiaron la calidad de la carne de corderos de raza Manchega a lo largo de la maduración al vacío a 2°C durante 28 días, encontrando que el pH descendió, la luminosidad (L^*) y el índice de amarillo (b^*) se incrementaron y a^* se acrecentó las primeras semanas, descendiendo ligeramente con el tiempo. El grado de enranciamiento aumentó con el tiempo de maduración, sin embargo, pese a los cambios observados, el color y olor fueron aceptables en todos los momentos analizados. El cambio en las características tecnológicas registradas por este investigador tienen relación con los cambios en las características de calidad instrumental reportadas por Bianchi *et al.* (2004), quienes estudiaron el efecto del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos Corriedale y Hampshire Down x Corriedale, concluyendo que el tiempo de maduración afectó en forma estadísticamente significativa la terneza, encontrándose los valores de fuerza de corte mas bajos a partir del día 8 de maduración y sin cambios importantes a los 16 días.

Resumiendo, las influencias de estos factores tecnológicos se centran principalmente sobre la terneza, el grado de enranciamiento y el color.

2.11 Indicadores de calidad de carne

La calidad supone fijar una serie de parámetros a los que debe ajustarse un producto normalmente elaborado de forma masiva, en serie o, al menos, de forma repetitiva. La calidad puede ser definida como el conjunto de características cuya importancia relativa le confiere al producto un mayor grado de aceptación y un mayor precio frente a los consumidores o frente a la demanda del mercado

(Colomer Rocher *et al.*, 1988). En este sentido, los indicadores de calidad de carne son los siguientes:

2.11.1 pH

El pH de la carne es uno de los principales agentes que determinan su calidad. En el ganado ovino, existen diversos trabajos que han puesto en manifiesto relaciones entre el pH, la CRA y la textura, señalando un aumento de la CRA y una disminución de la dureza con el aumento del pH final (Bouton *et al.*, 1971 y 1982). Sin embargo, existe un punto problemático con pHs de alrededor de 5,8, en el cual la dureza aumenta y el potencial de ternura disminuye (Watanabe *et al.*, 1996).

Finalmente es preciso dejar claro que el pH se puede ver alterado por múltiples factores relacionados con situaciones estresantes durante el presacrificio que todavía presentan muchos aspectos poco estudiados.

2.11.2 Capacidad de retención de agua

La CRA se puede ver afectada por la edad del animal y por efectos del procesamiento; observándose una mayor retención en las horas que siguen al beneficio, luego desciende y vuelve a subir durante la maduración de la carne; pero sin alcanzar la retención inicial (Pérez *et al.*, 2007).

Diversos trabajos en el ganado ovino revelan que existe una relación entre el pH y la CRA, observándose así que al incrementarse el pH final la CRA también se incrementa (Bouton *et al.*, 1971 y 1982). Es así como cualquier variación en la caída del pH produce cambios en la CRA, influyendo a su vez en las características de color, jugosidad y ternura de la carne (Sañudo *et al.*, 2005).

2.11.3 Color

El color se considera una de las características sensoriales más importantes en la apariencia de un alimento. Se determina por el largo de onda entre 380 y 770 nanómetros y se puede definir como la energía radiante que el ojo humano detecta a través de sensaciones visuales recibidas por la estimulación de la retina (Kramer, 1976). El color de la carne es el resultado de la presencia de dos pigmentos: mioglobina y hemoglobina. El contenido de mioglobina se utiliza como un indicador de color (Pearson, 1966).

Un sistema de colorimetría utilizado en la determinación de color en alimentos es el de Hunter. La escala de Hunter es una de las más usadas ya que es fácil de interpretar. Utiliza tres parámetros, L*, a* y b*, donde L* mide las tonalidades de blanco (100) hasta negro (0), a* mide las tonalidades de rojo (+) hasta verde (-) y b* las de amarillo (+) hasta azul (-). La calidad de la carne varía entre músculos dentro de la misma canal y entre réplicas debido a factores antemortem y postmortem, los cuales son complejos y difíciles de controlar (Rhodes, 1979).

2.11.4 Textura

Se define 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 (Díaz, 2001).

2.11.5 Lípidos y Ácidos Grasos

La grasa de la carne es una de las principales responsables de la palatabilidad, determinando en parte la textura, jugosidad y el aroma del producto (Cañeque y Sañudo, 2005). Así también, el perfil de los ácidos grasos que la componen afectan la salud del consumidor, por ende, la cantidad y la composición de la grasa de la carne es uno de los criterios de aceptabilidad de la misma (Berriain *et al.*, 2005), ya que además influyen ciertas características de calidad como firmeza del tejido graso, la vida útil de la carne (dada por la oxidación de lípidos y pigmentos) y el sabor (Wood *et al.*, 2003). En la calidad dietética de las grasas se consideran los siguientes ácidos grasos y sus relaciones: el contenido de ácidos grasos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA), la relación PUFA/SFA y MUFA/SFA, el ácido linoleico conjugado (CLA: C18:2 *cis*-9, *trans*-11) y la relación omega-6/omega-3 (n-6/n-3) (Martínez, 2007). A las consideraciones anteriores se debe agregar el valor nutritivo (ácido esteárico+oleico/palmítico), puesto que existe evidencia que el ácido palmítico aumenta el colesterol en sangre, el esteárico no lo afecta y el oleico lo disminuye (Banskalieva *et al.*, 2000).

2.12 Influencia de la nutrición sobre el contenido y tipo de ácidos grasos en la carne de rumiantes

Las grasas son componentes naturales de las materias primas utilizadas en la alimentación de los rumiantes y su digestión, como la del resto de los componentes de los alimentos, está muy influenciada por el paso a través del rumen. En la digestión ruminal de los lípidos de la ración se originan metabolitos intermediarios característicos que influyen sobre los tipos y proporciones de ácidos grasos depositados en los tejidos. Los ácidos grasos presentes en la carne de los rumiantes y considerados como beneficiosos para la salud humana son los PUFA, en particular los de la serie n-3 y el conjunto de isómeros denominados de forma genérica como ácido linoleico conjugado. A estos ácidos grasos se les reconocen efectos beneficiosos sobre el sistema cardiovascular, el metabolismo lipídico, la prevención del cáncer, etc. Por otro lado, la naturaleza de la ración que reciben los rumiantes y el tipo y cantidad de las fuentes suplementarias de grasa incluidas en la misma permiten manipular el contenido de la carne en dichos ácidos grasos, mejorando el valor saludable de la misma (Martínez, 2007).

2.12.1 Ácidos grasos y su bioquímica ruminal

Desde el punto de vista de la mejora de la calidad saludable de la carne, las fuentes de grasa más interesantes en las raciones de los rumiantes son las que aportan alguno de los siguientes ácidos grasos: linoleico (C18:2), linolénico (C18:3), Eicosapentaenoico (EPA, C20:5n-3) y Decosaheptanoico (DHA, C22:6n-3) (Martínez, 2007).

La incorporación de suplementos permite manipular la composición en ácidos grasos de los lípidos de la carne (Martínez, 2007), pero pese a su gran utilidad, deben tenerse algunos resguardos en su utilización, ya que se ha demostrado que las grasas libres, sobre todo las ricas en PUFA de cadena larga, no se pueden utilizar en grandes cantidades porque son tóxicas para ciertas especies de bacterias ruminales, lo que genera efectos perjudiciales en la digestión ruminal, particularmente sobre la fermentación de la fibra (Jenkins, 1993) y tiene consecuencias negativas sobre el consumo de materia seca y los resultados productivos (Kitessa *et al.*, 2001).

Si son accesibles a la microflora del rumen, los lípidos de la ración son hidrolizados extensamente (más del 80%) liberándose ácidos grasos (Doreau y Ferlay, 1994) que sufren un proceso de biohidrogenación para generar moléculas más saturadas (Aldrich *et al.*, 1995). A consecuencia del proceso de hidrólisis y biohidrogenación, los lípidos que pasan al intestino delgado de los rumiantes son predominantemente ácidos grasos libres (85-90%), mayoritariamente saturados (80-90%), de los que el ácido esteárico (C18:0) representa dos tercios y el ácido palmítico (C:16) el tercio restante (Drackley, 2007). Por tanto, el principal ácido graso disponible para su absorción intestinal en los rumiantes es el ácido esteárico; sin embargo, el ácido oleico es predominante en la musculatura de los rumiantes suponiendo en torno al 40% del total de ácidos grasos (Bas y Morand-Fehr, 2000). Esto se debe a que una gran parte del ácido esteárico absorbido es deshidrogenado antes de ser depositado en los tejidos por la enzima $\Delta 9$ -desaturasa (Bauman *et al.*, 1999). La pequeña fracción de PUFA que escapa a la biohidrogenación (10-15%) es absorbida en intestino y depositada como tal en la grasa de los tejidos lo que puede contribuir a modificar su perfil de ácidos grasos (Givens *et al.*, 2006).

El proceso de biohidrogenación ruminal del ácido linoleico se realiza en tres pasos (Jenkins, 1993). En primer lugar ocurre una rápida isomerización del enlace *cis*-12 a *trans*-11 dando como resultado un conjunto de isómeros (C18:2*cis*-9, *trans*-11; *trans*-9, *cis*-11; *trans*-10, *cis*-12; etc.) en proporciones variables que reciben el nombre genérico de ácido linoleico conjugado, siendo el ácido ruménico (C18:2*cis*-9, *trans*-11) el isómero mayoritario (30%) (Piperova *et al.*, 2002). En una segunda fase, el enlace *cis*-9 es hidrogenado para formar ácido vaccénico (C18:1*trans*-11). La biohidrogenación del ácido linolénico comienza igualmente con la isomerización del enlace *cis*-12 a *trans*-11, posteriormente se hidrogenan los enlaces *cis*-9 y *cis*-15 dando lugar a ácido vaccénico.

El último paso es la reducción del ácido vaccénico para formar ácido esteárico (Bauman *et al.*, 1999). Esta hidrogenación ocurre a una velocidad limitada lo que tiene como consecuencia la mayor concentración ruminal de ácido vaccénico en relación al CLA (0,3-0,4 versus 0,05 mg/g, respectivamente)

(Tanaka, 2005) y un mayor paso del mismo a intestino delgado en relación al CLA (>15/1) (Duckett *et al.*, 2002). El ácido ruménico absorbido en intestino se deposita como tal en los tejidos, en tanto que el ácido vaccénico es convertido previamente a ácido ruménico por la enzima $\Delta 9$ -desaturasa para ser depositado, considerándose esta la primera fuente de ácido ruménico en los tejidos (Bauman *et al.*, 1999).

La eficacia de la biohidrogenación se relaciona negativamente ($r = -0,34$) con la proporción de concentrados en la ración (Sauvant y Bas, 2001), debido a que el bajo pH ruminal ocasionado por el consumo de raciones muy concentradas produce una inhibición de la biohidrogenación. Otro factor que afecta negativamente la eficacia de la biohidrogenación ruminal es una elevada concentración de ácido linoleico, linolénico (Qiu *et al.*, 2004) o la presencia en el medio de PUFA de más de 20 carbonos (Kitessa *et al.*, 2001). A lo anterior también se puede agregar que cuando disminuye el contenido de forraje de la ración se produce inhibición de la biohidrogenación y un aumento en la proporción de isómeros C18:1trans que pasan a intestino delgado (Kalscheur *et al.*, 1997).

2.12.2 Modificaciones del contenido de CLA y PUFA

Se han realizado una gran cantidad de estudios que han llegado a la conclusión de que corderos criados en pradera tienen una mayor cantidad de CLA en su grasa intramuscular, es así como Díaz *et al.* (2005) determinaron que corderos engordados exclusivamente sobre pastos, o en combinación con concentrados, tuvieron un mayor porcentaje de ácido ruménico en la grasa intramuscular que los corderos engordados exclusivamente a base de concentrado y paja de cereales (0,79 y 1,01 versus 0,4%, respectivamente). En este mismo contexto, se determinó que los corderos alimentados con sus madres sobre pastos y cuya ración no fue complementada con concentrados, tuvieron mayor contenido muscular de CLA comparados con corderos que recibieron un suplemento (0,71 versus 0,58%, respectivamente). En ambos grupos el porcentaje de CLA fue mayor que en los corderos destetados y alimentados con concentrados *ad libitum* (0,32%) (Santos-Silva *et al.*, 2002).

Otro camino para incrementar el contenido de CLA en la grasa intramuscular es la inclusión en la ración de diversas fuentes suplementarias de grasa como semilla de lino, semilla de cártamo, semilla de girasol, aceite de maíz, aceite de girasol, harina de pescado, harina de soya, entre otras, donde los resultados obtenidos se relacionan con el efecto de la dieta basal y la cantidad de PUFA aportados al proceso de biohidrogenación ruminal y al depósito tisular más que con el tipo de grasa utilizada, debido a que las raciones que reducen la intensidad de la biohidrogenación completa de los PUFA aportados favorecen la producción de ácido vaccénico, aumentando la cantidad que puede ser absorbida en intestino y su disponibilidad en los tejidos periféricos para la síntesis de CLA (Engle *et al.*, 2000; Bolte *et al.*, 2002; Madron *et al.*, 2002; Santos Silva *et al.*, 2002; De La Torre *et al.*, 2006).

En lo que respecta a la modificación del contenido total de PUFA se ha demostrado que el consumo de raciones basadas en praderas o heno dan lugar a un incremento en el depósito de PUFA n-3 en la grasa muscular, en comparación a las raciones complementadas con concentrados, lo que resulta en una menor relación PUFA n-6/PUFA n-3 (Demirel *et al.*, 2006). Esto refleja en parte las diferencias entre las proporciones de ácido linoleico y ácido linolénico presentes en los lípidos de los forrajes y los concentrados (Morand-Fehr y Tran, 2001). A manera de reforzar la idea anterior, se ha comprobado que la relación PUFA n-6/PUFA n-3 en corderos se incrementa progresivamente al prolongarse la duración del período de finalización con concentrados (Aurousseau *et al.*, 2007).

2.13 Efecto de los ácidos grasos en los indicadores de la calidad de la carne de corderos

Los componentes de la calidad tecnológica de la carne que se ven influenciados por los ácidos grasos son: firmeza de los tejidos grasos, vida media en góndola de los puntos de comercialización y aroma. También se ha sugerido que los ácidos grasos dietarios podrían tener influencia en la terneza y jugosidad, pero probablemente estos se ven más afectados por el total de ácidos grasos que por la cantidad de cada uno de ellos. El efecto de los ácidos grasos en la firmeza

de la grasa esta dado por su diferente punto de fusión, describiéndose que a mayor grado de insaturación, menor punto de fusión. Por otra parte, se debe señalar que las variaciones en la estructura molecular del ácido graso también son importantes, por ejemplo: los ácidos grasos *trans* se funden a una temperatura más alta que sus isómeros *cis*, mientras que los ácidos grasos con cadenas ramificadas tienen puntos de fusión más bajos que los de cadena recta, a igual número de átomos de carbono (Enser, 1984). Se ha establecido que las concentraciones totales de ácidos grasos de cadena ramificada son buenas predictoras de la firmeza de la grasa de corderos, al igual que las concentraciones de C18:0. Debido a lo anterior, cuando la concentración de ácidos grasos de cadenas ramificadas se incrementa, disminuye la concentración de C18:0, posiblemente por inhibición directa (Busboom *et al.*, 1981). En ovinos, varios autores han demostrado que las cadenas ramificadas de ácidos grasos de longitud media son constituyentes importantes del aroma y olor de la carne de cordero (Wong *et al.*, 1975; Young *et al.*, 1997), estableciendo que los ácidos 4-metiloctanoico y 4-metilnonanoico se incrementaban en una dieta basada en pradera en comparación a una dieta basada en grano.

En las primeras fases de engorda del ganado el depósito de ácidos grasos saturados en relación a los insaturados se incrementa, pero más allá de un cierto nivel de engrasamiento esta proporción disminuye, debido a lo anterior en el ganado muy engrasado la grasa es suave y aceitosa, principalmente debido a un incremento en el depósito de ácido oleico (C18:1) en comparación al esteárico (C18:0) y palmítico (C16:0) (Leat, 1975; Wood, 1984). En este mismo contexto, Enser y Wood (1993), examinaron mil corderos seleccionados de 4 mataderos a lo largo de un año, encontrando que la concentración de ácido esteárico mostró la correlación más alta con el punto de fusión, situándose el punto de fusión promedio de la grasa subcutánea en 39,5°C (rango 30-49 °C) y las correlaciones para las concentraciones de ácidos grasos eran 0,89, -0,42 y -0,31 para 18:0, 18:1 y 18:2, respectivamente. Se determinó que sólo el 35% de estas muestras de grasa se fundieron en la boca del consumidor, lo cual confirmó la naturaleza “dura” de la grasa de cordero y su tendencia a sentirse pegajosa en la boca.

El efecto de los ácidos grasos en la vida media de la carne en la góndola se explica por la propensión de los ácidos grasos insaturados a oxidarse, provocando el enranciamiento, mientras que el cambio de color es debido a la oxidación de la oxihemoglobina (roja), que pasa a metahemoglobina (café), reacción química que ocurre en forma paralela al enranciamiento. Varios estudios se han centrado en establecer relaciones entre estas dos reacciones químicas y ha quedado demostrado que los productos de la oxidación lipídica pueden contribuir a la oxidación de la oxihemoglobina y viceversa, aunque la fuerza de la relación entre estos dos aspectos de la vida media sea baja (Renerre, 2000)

Un factor determinante en la composición de la grasa es el tipo de alimentación entregada al ganado. Se han establecido relaciones entre estos dos factores en corderos, encontrándose que las concentraciones de C18:3 y aráquico (C20:0) en fosfolípidos del músculo son más altas cuando los animales han sido alimentados en base a pradera que cuando ellos se han alimentado con dietas basadas en granos. En estos últimos el C18:2 y araquidónico (20:4 n-6) predominan por sobre el C18:3 (Enser *et al.*, 1998). Probablemente estos resultados se deben al mayor contenido de C18:3 en las praderas y C18:2 en la mayoría de las otras plantas y semillas. Los resultados anteriores concuerdan con los de Fisher *et al.* (2000), quienes estudiaron cruza de corderos Suffolk criados en base a pastoreo o con un concentrado estándar, hallando que los lípidos totales del músculo semimembranoso de corderos alimentados en base a pradera contenían altas concentraciones de C18:3, C20:5 y C20:4 y que los corderos criados en base a concentrado contenían altas concentraciones de C18:2 y C20:4. En esta misma experiencia, durante la degustación del lomo asado a la parrilla, los panelistas otorgaron los puntajes más altos para aroma y apreciación global en los corderos criados en pastoreo y altos puntajes para aroma anormal, metálico, rancio y amargo al grupo alimentado con concentrados. El efecto de los ácidos grasos en el aroma se debe a la producción de elementos volátiles aromáticos durante el cocinado, producto de la oxidación de lípidos y la participación de estos elementos en la reacción de Maillard para formar otros productos volátiles que contribuyen al olor y aroma. Debido a lo anterior los ácidos grasos insaturados

presentes en los fosfolípidos son muy importantes en el desarrollo del aroma, siendo los principales determinantes de dicha característica para los distintos tipos de carne (Mottram, 1998)

Diferencias en la percepción del consumidor y en los niveles de PUFA fueron encontradas en un estudio que involucraba corderos británicos alimentados en base a pradera y corderos españoles alimentados con leche y concentrado. En cuanto a composición de ácidos grasos; los animales criados en base a pradera presentaban concentraciones más altas de PUFA n-3 en músculo, y los animales alimentados con concentrados tenían niveles más altos de PUFA n-6 en músculo (Sañudo *et al.*, 2000). Cuando la carne fue evaluada por paneles de degustación británicos y españoles, ambos encontraron que los corderos británicos (ricos en PUFA n-3) tenían alta intensidad de aroma y olor, pero debe considerarse que el panel británico evaluó con puntajes más altos el aroma y apreciación global de los corderos alimentados en base a pradera (británicos), y el panel español evaluó con puntajes más altos el aroma y apreciación global del cordero español (alimentados en base a leche y concentrado).

La preferencia por productos terminados a granos también se ve en Estados Unidos y en consumidores que están acostumbrados al sabor de la carne de cordero producida en confinamiento, prefiriéndola en comparación con el cordero criado a pastoreo (Kemp *et al.*, 1981).

Volviendo al trabajo de Sañudo *et al.* (2000), en los corderos españoles y británicos se halló una amplia gama de concentraciones de PUFAS n-6 y n-3, encontrándose correlaciones bastante fuertes entre éstos y los puntajes otorgados por el panel de degustación. Las relaciones más fuertes involucraban a 18:2, 20:4 y 18:3. Es así como las concentraciones de C18:3 se correlacionaban positivamente con los puntajes de intensidad de aroma y olor otorgados por ambos paneles de degustación, mientras que la correlación con la aceptación del aroma y aceptación global era positiva para el panel británico y negativa para el panel español. Una explicación para esta relación positiva entre C18:3 y el aroma de la carne es que los productos de la oxidación de de C18:3 y derivados, son responsables directamente de las diferencias en aroma entre ovinos alimentadas

en base a pradera y los que no incluyen este recurso en su alimentación.

Larick y Turner (1990) también encontraron que los compuestos volátiles producidos durante el cocinado de las carnes producidas en base a pradera o grano era dominada por productos de la lipoxidación, especialmente aldehídos (Priolo *et al.*, 2001), concluyendo que los productos de la oxidación de PUFA n-3 son los principales responsables del aroma particular que tiene la carne de corderos alimentados en base a pradera.

Un importante indicador para establecer la calidad de la carne es su color, por este motivo se han realizado numerosas investigaciones en las cuales se relaciona con la alimentación, composición grasa, su lipoxidación y el contenido de antioxidantes contenidos en la carne, fundamentalmente vitamina E (Arnold *et al.*, 1993; Renner, 2000). En concordancia con la idea anterior, se realizó una comparación entre ganado alimentado en base a pradera y a grano, determinándose que el color rojo luminoso asociado a la presencia de oxihemoglobina se mantuvo por más tiempo en el ganado alimentado con pradera. En esta misma experiencia, pese a que la concentración total de ácidos grasos insaturados era similar en ambos grupos, los animales alimentados con pradera produjeron mayores concentraciones de PUFA n-3 (más oxidables, y sin embargo, aún así los músculos mantenían el color rojo por más tiempo), mientras que los animales alimentados con granos presentaron niveles incrementados de PUFA n-6. La conclusión es que los antioxidantes presentes en el pasto permitían la acumulación de altas concentraciones de vitamina E, la cual promueve una menor lipoxidación y prolonga la retención del color, a pesar del mayor potencial de lipoxidación que presentaban sus lípidos.

Kasapidou *et al.* (2001), demostraron que la bajas concentraciones de vitamina E en los tejidos de ovinos estaba asociada a bajas cantidades de PUFA n-6 y n-3, lo que sugiere que cuando el nivel de antioxidantes es bajo la pérdida de PUFA ocurre in vivo. Estos estudios también demostraron que las concentraciones de vitamina E en el músculo de ovinos frecuentemente estaban por debajo del nivel de 3,0–3,5 µg/g, sugerido por Arnold *et al.* (1993) y Liu *et al.* (1996) como el nivel óptimo de antioxidantes en el ganado. Esto era particularmente notorio

cuando los corderos eran alimentados solamente con concentrado, mientras que cuando el pasto era incluido en una mezcla con el concentrado, los niveles de vitamina E se encontraban normalmente alrededor de los 3 µg/g.

2.14 Análisis sensorial con panel de consumidores

La aceptabilidad de un alimento se mide en último término mediante las opiniones de los consumidores, y sus reacciones, que dependen de las preferencias individuales, determinarán la importancia de los factores de producción. Es importante conocer los gustos de los consumidores, y especialmente los factores que influyen en el consumidor a la hora de consumir la carne fresca, con vistas a producir, en lo posible, de acuerdo con sus preferencias. Es frente a esta necesidad que surgen los estudios de consumidores (Campo, 2005).

Un estudio de consumidores es una prueba en la que el catador expresa su reacción subjetiva ante un producto, indicando si le gusta o le disgusta y/o si lo prefiere a otro o no. La apreciación es totalmente personal, siendo una característica importante de este tipo de estudios la falta de entrenamiento de los participantes, en contraposición con el análisis sensorial, en el que el número limitado de catadores dan valoraciones objetivas de las características de un producto. Debido a la amplia variación de la población, el número de participantes en un estudio de consumidores será mucho mayor que en un análisis sensorial, con el fin de poder obtener un número de juicios mínimo por cada uno de los segmentos en los que se pueda dividir la población a estudiar (Campo, 2005)

Un panel de consumidores entrega información sobre sus preferencias personales hacia el producto en estudio, y esto está influenciado por muchos factores distintos de la mera discriminación sensorial, englobando en este grupo características físicas, sociales, económicas, ambientales y, sobre todo, la experiencia previa que tiene el consumidor sobre el producto en estudio. La muestra poblacional debería equilibrarse de acuerdo a factores como el género, edad, localización geográfica y estudios, entre otros. Sumado a lo anterior los resultados del estudio de consumidores también se pueden ver afectados según el

lugar en el que se realice, encontrándose ventajas y desventajas dependiendo si se realiza en laboratorio, en un lugar neutral o en el domicilio (Campo, 2005).

En cuanto al método de obtención de la información se encuentran los cualitativos, que miden la respuesta subjetiva del consumidor a las propiedades sensoriales del producto a través del dialogo, utilizándose especialmente en productos que se quieren lanzar al mercado, con el fin de detectar posibles rechazos por parte del consumidor. Y por otra parte se encuentran los métodos cuantitativos, los cuales observan la respuesta de un gran número de consumidores a una serie de preguntas relacionadas con la preferencia, las propiedades sensoriales, etc., de forma que se pueda conocer la aceptabilidad global del consumidor hacia un producto determinado o su preferencia por algún aspecto sensorial en concreto (color, textura, etc.). Dentro de este último método se encuentran los test de preferencia, los cuales se basan en la elección de un producto por parte del consumidor en comparación con otro, y los test de aceptabilidad, en los cuales el consumidor indica cuanto le ha gustado o no la muestra a valorar dentro de una escala hedónica. Los métodos y test mencionados implican variaciones en el diseño experimental que se debe aplicar y por ende en las preguntas que se deben incluir en el estudio de consumidores (Campo, 2005).

2.15 Aspectos generales de la Raza Suffolk Down

Corresponde a una raza en la cual los machos pesan entre 100 a 150 kg y las hembras entre 60 a 90 kg. Son activos, sin cuernos (machos y hembras), prolífico, ovejas excelentes lecheras; con cara, orejas y patas negras y libres de lana. El vellón es blanco y de grosor mediano. Son de rápido crecimiento, lo que la hace una raza adecuada para la producción de corderos terminales, los que presentan un rápido desarrollo, entregando una canal de alta calidad. Es capaz de desarrollarse en una gran variedad de condiciones climáticas, aunque se adaptan mejor a los climas húmedos que a los secos, debido a sus mayores requerimientos alimenticios como raza de carne. Sin embargo, se le considera una raza rústica (Breeds of Livestock, 1997).

3. HIPÓTESIS

La incorporación de alperujo de aceituna en la dieta de corderos afecta favorablemente la calidad de la carne.

4. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la incorporación de alperujo de aceituna en la calidad de la carne de corderos.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el efecto de la incorporación de alperujo de aceituna en la dieta de corderos sobre:

- Principales características de la carne (pH, color de carne y grasa, y consistencia de la grasa)
- Perfil de ácidos grasos.
- Algunas características sensoriales de la carne (olor, terneza, jugosidad, aroma y apreciación global)

6. MATERIAL Y MÉTODOS

Los corderos fueron criados y engordados en el Centro Experimental Hidango, dependiente del INIA, ubicado en la VI Región, Provincia de Cardenal Caro, comuna de Litueche. Latitud 34° 06' S; longitud 71° 47' O y altitud 296 m/s/n/m. El periodo experimental se extendió desde el 26 de octubre al 23 de noviembre de 2007. En este centro experimental fueron realizadas las determinaciones de pH, temperatura inicial y final, color del músculo, y finalmente color y consistencia de la grasa subcutánea. La determinación del perfil de ácidos grasos fue efectuada en el laboratorio de alimentos de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

6.1 Material Biológico

Se utilizaron 40 corderos machos de la raza Suffolk Down, con una edad promedio inicial de $85,8 \pm 7,4$ días y un peso promedio inicial de $27,2 \pm 2,7$ Kg,

criados bajo 5 sistemas distintos de alimentación, que constituyeron 5 tratamientos.

El diseño experimental aplicado fue completamente al azar, donde la unidad experimental era el cordero. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- T_P: 8 corderos bajo el sistema Madre-cría en pastoreo permanente de pradera natural.
- T_C: 8 Corderos destetados alrededor de los 77 días de edad. Dieta conformada con heno de alfalfa y granos de cereales (Anexo 3). Corresponde al tratamiento control.
- T_{A16}: 8 corderos destetados alrededor de los 77 días de edad. Dieta conformada para corderos confinados con 16% de alperujo deshidratado (Anexo 3).
- T_{A32}: 8 corderos destetados alrededor de los 77 días de edad. Dieta conformada para corderos confinados con 32% de alperujo deshidratado (Anexo 3).
- T_{A48}: 8 corderos destetados alrededor de los 77 días de edad. Dieta conformada para corderos confinados con 48% de alperujo deshidratado (Anexo 3).

Las cuatro dietas experimentales fueron isoenergéticas e isoproteicas, con 2,5 Mcal de energía metabolizable (EM) por kg de MS y 140 g/kg MS de proteína cruda, respectivamente. La dieta base de los 4 tratamientos en confinamiento fue formulada en base a heno de alfalfa, grano de maíz, melaza, afrecho de soya, bicarbonato y sales minerales. El porcentaje de alperujo en la dieta se mantuvo fijo para cada tratamiento durante todo el periodo experimental. Los corderos criados bajo el sistema madre-cría se mantuvieron en pastoreo directo con acceso a una pradera compuesta por *Hypochaeris radicata* (33%), *Trifolium glomeratum* (21%), *Bromus hordeaceus* (13%), *Vulpia bromoides* (8%), *Hordeum berteroanum* (6%), *Lolium rigidum* (5%) y trazas de otras especies asociadas a *Acacia caven*.

Se contempló un período de adaptación de 8 días, donde se les ofreció gradualmente la dieta asignada junto a heno de alfalfa de buena calidad. Los corderos fueron pesados cada 7 días previo a ofrecerles su ración diaria, la cual se entregaba una vez al día, en la mañana, en cantidades calculadas para satisfacer sus requerimientos de mantención y crecimiento (calculado para obtener una ganancia diaria de 300 g). La cantidad ofrecida fue ajustada en forma semanal, comenzando con 1285 g/día (tal como ofrecido) al primer día del acostumbramiento y finalizando con 1635 g/día en la última semana. Se realizó el análisis químico proximal de cada una de las dietas antes de comenzar su administración y también del porcentaje de dieta rechazada en cada tratamiento por los corderos, una vez concluido el experimento.

El tratamiento a pastoreo se incluyó con el objetivo de cuantificar el cambio en las características de la carne de corderos alimentados con las dietas que contenían alperujo en comparación con el manejo actual y predominante en Chile (crianza a pastoreo), mientras que el tratamiento en base a granos y heno de alfalfa, que además equivale a un modelo típico en confinamiento, constituyó el tratamiento control.

El alperujo de aceituna incluido en los tratamientos T_{A16} , T_{A32} y T_{A48} fue estabilizado mediante la adición de antioxidantes y su posterior deshidratación, siendo la composición referencial del alperujo utilizado, en base materia seca, la siguiente: EM, 2,17 MCal/kg; PC, 6,3%; fibra cruda, 23%; FND, 32,2%; calcio, 0,38%; fósforo, 0.3%.

Los animales fueron faenados, en promedio, a los $122,8 \pm 7,4$ días de edad con $32,56 \pm 2,62$ kg de peso vivo en el Centro Experimental Hidango, dentro de un período de dos días, siguiendo los procedimientos de rigor y tras haber permanecido en ayuno por 24 horas y con acceso a agua en todo momento.

6.2 Obtención de datos

6.2.1 Estudio de calidad de carne

6.2.1.1 Determinación del pH y temperatura inicial y final de la carne: se controlaron en el músculo *Longissimus dorsi* entre las vértebras lumbares 4 y 5, inmediatamente después de la faena y 24 horas posteriores a esta. Estos registros se realizaron mediante el uso de un pHmetro marca HANNA INSTRUMENT modelo 98150, el cual tiene termómetro integrado.

6.2.1.2 Color del músculo: apreciado en el músculo *Recto abdominis* mediante un patrón fotográfico, ya que este es representativo del contenido medio de mioglobina del músculo esquelético y no se afecta de manera importante por el esfuerzo (Colomer-Rocher *et al.*, 1988), según la siguiente escala:

1. Músculo Rosa pálido
2. Músculo Rosa
3. Músculo Rojo

6.2.1.3 Color de la grasa: se determinó por apreciación visual, según patrón fotográfico, en el cúmulo graso de la base de la cola, según la escala propuesta por Colomer-Rocher *et al.* (1988):

1. Grasa Subcutánea blanco nacarado
2. Grasa Subcutánea crema
3. Grasa Subcutánea amarilla

6.2.1.4 Consistencia de la grasa subcutánea: se realizó mediante palpación, alrededor del nacimiento de la cola, según la escala propuesta por Colomer-Rocher *et al.* (1988):

1. Grasa Subcutánea dura
2. Grasa Subcutánea blanda
3. Grasa Subcutánea aceitosa

6.2.1.5 Determinación del Perfil de ácidos grasos: las muestras para determinar el perfil de ácidos grasos se obtuvieron de la grasa subcutánea ubicada sobre el músculo *Longissimus dorsi*, mediante extracción directa. Fueron inmediatamente refrigeradas para ser enviadas al laboratorio de alimentos de la

Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, donde el análisis es realizado mediante la utilización de un cromatógrafo de gases HPLC.

6.2.1.6 Estudio de consumidores de la carne: La apreciación de los consumidores fue captada mediante una encuesta hedónica que midió las siguientes variables: olor, terneza, jugosidad, aroma (olor + sabor) y apreciación global, todas en una escala de 1 a 10. Para esta determinación se contó con 150 consumidores quienes contestaron una encuesta de acuerdo a su apreciación personal de la carne (Anexo 4), luego de consumir el corte comercial chuleta cocinada al horno.

6.3 Análisis estadístico

Las distintas variables fueron descritas estadísticamente a través de medias y desviaciones estándar. Las diferencias entre medias para el perfil de ácidos grasos se estudiaron por medio de análisis de varianza y además se estableció una regresión de los ácidos grasos que se vieron modificados sobre el nivel de alperujo en la dieta. Las diferencias estadísticas entre los promedios específicos sometidos al análisis de varianza se establecieron mediante la prueba de Tukey (Sokal y Rohlf, 1979).

Los resultados de la encuesta hedónica fueron sometidos a la prueba de Kruskal-Wallis y al análisis de correlación mediante el Coeficiente de Correlación de Spearman, mientras que para los datos cualitativos de calidad de carne fue utilizada la prueba de Chi-cuadrado.

El valor de significancia fue establecido en 0,05 ($p \leq 0,05$). Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico Infostat (2008), considerando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Respuesta.

μ : Media poblacional.

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento alimenticio ($i = 0, 1, 2, 3, 4$).

E_{ij} : Error experimental.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Incorporación de alperujo en la dieta de corderos y su efecto sobre el pH y temperatura inicial y final de la carne

En la tabla 3 se resume el efecto de los distintos tratamientos sobre el pH y la temperatura inicial (pH 0 y T° 0, respectivamente) y final (pH 24 y T° 24, respectivamente) de la carne.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en el pH y la temperatura de la carne.

VARIABLES	TRATAMIENTOS				
	T _p	T _c	T _{A16}	T _{A32}	T _{A48}
pH 0	6,55±0,10 ^{cd}	6,13±0,36 ^{ab}	5,97±0,29 ^{-a}	6,33±0,25 ^{bc}	6,71±0,16 ^d
T° 0	16,26±1,92 ^a	19,70±2,21 ^b	17,30±0,75 ^a	20,05±0,72 ^b	15,83±1,03 ^a
pH 24	5,51±0,08 ^a	5,51±0,06 ^a	5,54±0,11 ^a	5,51±0,14 ^a	5,63±0,22 ^a
T° 24	14,15±0,38 ^a	14,54±2,27 ^a	13,71±2,06 ^a	14,15±1,86 ^a	13,74±0,99 ^a

* Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Los tratamientos realizados afectaron pH 0 y T° 0, sin embargo, estas diferencias no se hicieron efectivas al momento de registrar el pH 24 y T° 24, variables que tienen mayor relevancia en las características de calidad de carne. Ningún tratamiento fue capaz de generar diferencias significativas en el pH 24, lo cual indica que al incluir alperujo en la dieta de corderos no se generan efectos positivos o negativos en esta variable. Estos resultados coinciden con la gran mayoría de las investigaciones que pretenden analizar el efecto de distintos factores y específicamente de la alimentación sobre los indicadores de calidad de carne, en donde las diferencias de pH final no son significativas o no son lo suficientemente importantes para generar consecuencias en la calidad de la carne (Asenjo, 1999; Sañudo *et al.*, 2005; Oliete *et al.*, 2006; Quenaya y Yutronic, 2007; Rivero *et al.*, 2007; Zea *et al.*, 2007; Novelo *et al.*, 2008), lo cual indicaría que es una variable poco alterable por el tipo de alimentación.

7.2 Incorporación de alperujo en la dieta de corderos y su efecto sobre el color de la carne, grasa y consistencia de la grasa.

En la tabla 4 se presentan las frecuencias relativas registradas en la evaluación del color de la carne, grasa y consistencia de la grasa de los corderos en relación al porcentaje de inclusión de alperujo en la dieta. El detalle individual de los datos en forma absoluta se presenta en el anexo 6.

Tabla 4. Frecuencias relativas del color de la carne, grasa y consistencia de la grasa según tratamiento.

VARIABLES		TRATAMIENTOS					Sub-Total	TOTAL%
		T _P	T _C	T _{A16}	T _{A32}	T _{A48}		
Color de la carne	Rosa pálido %	5	15	10	15	15	60	100
	Rosa %	15	5	10	5	5	40	
	Roja %	0	0	0	0	0	0	
Color de la grasa	Blanco nacarado %	7,5	7,5	5	0	5	25	100
	Blanco cremoso %	12,25	12,25	15	20	15	75	
	Amarilla %	0	0	0	0	0	0	
Consistencia de la grasa	Dura %	0	0	0	0	0	0	100
	Blanda %	10	5	7,5	2,5	2,5	27,5	
	Aceitosa %	10	15	12,5	17,5	17,5	72,5	

En lo que respecta al color de la carne, el valor calculado para el estadístico $\chi^2 = 6,67$ tiene un valor asociado de $p = 0,1546$ ($>0,05$), el cual indica que no es posible rechazar la hipótesis nula de independencia entre la alimentación administrada a los corderos y el color de su carne. Estos resultados difieren de los obtenidos por Quenaya y Yutronic (2007), quienes obtuvieron asociación al comparar un tratamiento que incluía 35% de alperujo con un tratamiento en base a pradera. En este mismo sentido Zea *et al.* (2007), obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los índices cromáticos de la carne (L^* y b^*) de animales alimentados con concentrado versus ensilado de pradera, lo cual coincide parcialmente con Asenjo (1999), quien reportó cambios en el contenido de mioglobina y L^* por efecto de la alimentación, pero no así en b^* . En contraste a estos dos últimos, Carrasco *et al.* (2007) reportaron no haber encontrado diferencias en L^* , a^* y b^* .

En la interpretación de las experiencias citadas debe considerarse la metodología de medición, ya que en tres de ellas se basó en índices cromáticos y

no en apreciación visual, lo que sin duda les otorga un mayor grado de sensibilidad. Por lo tanto en la presente investigación debe rescatarse que no se clasificó ningún cordero en la categoría de carne roja y que la utilización de alperujo de aceituna no produjo cambios negativos en el color que puedan ser determinados visualmente, ya que de todas formas esta bien establecido que el color de la carne se puede ver afectado por la alimentación.

En lo referente al color de la grasa, el valor calculado para el estadístico $\chi^2 = 4$ tiene un valor asociado de $p = 0,4060 (>0,05)$, el cual indica, al igual que en el punto anterior, que no es posible rechazar la hipótesis nula de independencia entre la alimentación administrada a los corderos y el color de su grasa. Se observa que en todos los tratamientos la condición más frecuente fue “blanco cremoso”, sin registrarse animales de grasa amarilla, situación que también fue observada por Quenaya y Yutronic (2007), quienes no encontraron diferencias entre los tratamientos alperujo, control y pastoreo. Pese a lo anterior, existen investigaciones en las que se registran cambios significativos como consecuencia de la alimentación, es así como Zea *et al.* (2007) encontraron diferencias significativas para L^* y b^* de la grasa, lo que coincide con los resultados de Carrasco *et al.* (2007), quienes encontraron mayores índices de L^* y b^* en animales alimentados con dietas de mayor contenido energético, y que por tanto daban origen a animales más engrasados. Nuevamente es necesario tener en cuenta que estos dos últimos experimentos se basan en una metodología distinta para medir el color de la grasa, lo que podría explicar las diferencias con la investigación actual, en la cual se debe destacar que los tratamientos con alperujo de aceituna no incidieron negativamente en los registros visuales del color de la grasa subcutánea.

Finalmente, el valor de χ^2 calculado con los datos de consistencia grasa fue 4,26, el cual tiene un valor asociado de $p = 0,3715 (>0,05)$, lo cual indica que no es posible rechazar la hipótesis nula de independencia entre la alimentación administrada a los corderos y la consistencia de su grasa subcutánea, situación que coincide por lo reportado por Manso *et al.* (2007), quienes no encontraron diferencias en la consistencia al incluir grasas vegetales en raciones de corderos.

Lo anterior difiere de lo reportado por Quenaya y Yutronic (2007), quienes registraron una asociación entre la inclusión de alperujo en la dieta y la consistencia de la grasa subcutánea, encontrando que la mayor parte de las observaciones se clasificaron dentro de grasa subcutánea blanda, a diferencia de lo ocurrido en el presente experimento, donde la mayor cantidad se clasificó dentro de grasa subcutánea aceitosa. Esta situación podría estar asociada al cambio en el perfil de ácidos grasos presentado por los corderos alimentados con alperujo de aceituna, recordando la correlación negativa existente entre el ácido oleico y el punto de fusión (Enser y Wood, 1993). No se presentaron corderos clasificados con grasa subcutánea dura, situación igualmente registrada por Quenaya y Yutronic (2007) y que contrasta con la idea de que los corderos tienen en general una grasa subcutánea dura, desprendida de la experiencia de Enser y Wood, (1993). Nuevamente la explicación a estas diferencias puede encontrarse en el cambio en el perfil de ácidos grasos registrados, pese a que no fue posible apreciar una asociación entre los tratamientos y la consistencia.

7.3 Incorporación de alperujo en la dieta de corderos y su efecto en el perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea.

En la tabla 5 se presenta el efecto de los cinco tratamientos sobre los promedios de ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, omega 6 y omega 3 (Promedio±Desviación Estándar). El detalle individual de los datos significativos se presenta en el anexo 7.

Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre los principales grupos de ácidos grasos.

VARIABLE	TRATAMIENTO				
	T _P	T _C	T _{A16}	T _{A32}	T _{A48}
SFA	56,94±2,70 ^c	51,36±2,15 ^b	49,87±2,82 ^b	47,22±2,99 ^{ab}	44,92±3,69 ^a
MUFA	37,48±2,61 ^a	43,62±2,19 ^b	45,37±2,89 ^{bc}	48,48±2,86 ^{cd}	50,52±3,48 ^d
PUFA	3,57±0,76 ^b	3,07±0,73 ^{ab}	2,86±0,34 ^{ab}	2,38±0,26 ^a	2,83±0,45 ^{ab}
TUFA	41,05±2,7 ^a	46,69±2,14 ^b	48,23±2,72 ^{bc}	50,86±2,92 ^{cd}	53,34±3,63 ^d
Omega 6	2,36±0,66 ^a	2,39±0,39 ^a	2,36±0,28 ^a	2,00±0,17 ^a	2,41±0,43 ^a
Omega 3	1,36±0,20 ^b	0,68±0,42 ^a	0,50±0,12 ^a	0,38±0,10 ^a	0,42±0,12 ^a

* Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).

Como se aprecia en el tabla 5, el tipo de alimento que recibieron los corderos produjo diferencias significativas en la mayoría de las variables presentadas. El contenido de SFA encontrado en la grasa de los corderos incluidos en los tratamientos que incorporaron alperujo de aceituna fue menor al encontrado en los corderos de los tratamientos T_C y T_P , estableciéndose una tendencia de reducción en los SFA a medida que se incrementó el contenido de alperujo en la dieta. Pese a lo anterior el único tratamiento con alperujo que resultó menor a T_C en forma estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) fue T_{A48} . Este último también presentó diferencias significativas con T_{A16} , pero no con T_{A32} , lo que indica que una diferencia de 16% de alperujo en la dieta es insuficiente para provocar cambios estadísticamente significativos, y que a su vez puede ser la causa de que no existan diferencias significativas entre T_{A16} y T_{A32} . Si se comparan los tratamientos que incluyeron alperujo con T_P se encuentra que T_{A16} , T_{A32} y T_{A48} tienen una cantidad de ácidos grasos saturados significativamente menor, y a su vez T_P tiene una cantidad significativamente mayor que T_C .

La disminución en los niveles de ácidos grasos saturados concuerda con los resultados obtenidos por Quenaya y Yutronic (2007), quienes registraron una disminución de 15,9% de ácidos grasos saturados en la grasa subcutánea de corderos cuya dieta incluía un 35% de alperujo. Los resultados obtenidos en el presente trabajo pueden explicarse por distintos factores: en primer lugar debe tomarse en cuenta la composición del alperujo, el cual es rico en ácido oleico, linoleico y palmítico, además contiene en mucho menor medida ácido linolénico. Los ácidos grasos insaturados mencionados experimentan un proceso de biohidrogenación realizado por la flora bacteriana ruminal, la cual da origen al ácido esteárico y palmítico en porcentajes de 66% y 33%, respectivamente (Drackley, 2007). El ácido esteárico pasa a intestino para ser absorbido. Una vez absorbido es deshidrogenado previo a ser depositado en los tejidos, siendo transformado en ácido oleico (Bauman *et al.*, 1999). Lo anterior supone que un mayor aporte de ácidos grasos mono y poliinsaturados podría generar depósitos grasos menos saturados si se lograra inhibir la biohidrogenación. Por lo tanto, otro factor importante a tomar en cuenta para explicar los resultados obtenidos es la

composición de las dietas T_{A16} , T_{A32} y T_{A48} , las cuales contenían grano de maíz en 37, 29 y 23%, respectivamente (Anexo 3). Dicho insumo contribuye a disminuir el pH ruminal y con esto afecta la eficacia de la biohidrogenación (Sauvant y Bas, 2001), lo que a su vez permite que una mayor cantidad de ácido oleico y linoleico aportados por el alperujo de aceituna sean absorbidos en intestino y depositados como tal en los tejidos adiposos. Al fenómeno anterior también podría contribuir el pH ligeramente ácido del alperujo y su considerable contenido de cobre, ya que existen indicios de que este último también tendría un efecto depresor de la biohidrogenación (Engle *et al.* 2000). Según Albuquerque *et al.* (2004), el alperujo puede contener concentraciones de cobre que varían desde 12 a 29 partes por millón (ppm), lo que podría explicar en cierta medida los resultados obtenidos si se considera que Engle *et al.* (2000) obtuvieron tendencias de incremento en las concentraciones de PUFA en el músculo *Longissimus dorsi* al añadir 20 ppm de cobre a la dieta de rumiantes, probablemente debido a la inhibición de la biohidrogenación.

Los resultados obtenidos en el grupo T_P , esto es, altos niveles de ácidos grasos saturados, coinciden con los obtenidos recientemente por otros investigadores (Alvarez *et al.*, 2007; Nuernberg *et al.*, 2007; Quenaya y Yutronic, 2007), y se explican debido a que la ingesta de forraje genera un pH ruminal que favorece la biohidrogenación (Kalscheur *et al.*, 1997), provocando que los depósitos grasos sean más saturados.

El contenido de MUFA fue mayor en T_{A16} , T_{A32} y T_{A48} , en comparación a T_C , sin embargo, sólo T_{A32} y T_{A48} fueron estadísticamente mayores ($p \leq 0,05$) que T_C . Al observar los tratamientos con alperujo se puede detectar una tendencia de incremento en el contenido de ácidos grasos monoinsaturados a medida que aumenta la inclusión de alperujo de aceituna en la dieta, pero pese a esto sólo se detectaron diferencias significativas entre T_{A16} y T_{A48} , siendo el contenido mayor en este último. Nuevamente se puede deducir que una variación de 16% en el contenido de alperujo en la dieta no es suficiente para provocar cambios estadísticamente significativos, lo que a su vez explica el hecho de no detectar cambios significativos entre T_C y T_{A16} , entre T_{A16} y T_{A32} o entre T_{A32} y T_{A48} .

El análisis estadístico indicó que el nivel de MUFA presentes en T_P fue significativamente menor a los encontrados en los tratamientos con alperujo y T_C . Como se señaló anteriormente, para explicar estos resultados es preciso recurrir a la composición del alperujo, rico en ácido graso oleico, lo cual redundaría en un mayor depósito del mismo en los tejidos grasos. Probablemente también tiene algún efecto la composición base de las dietas T_{A16} , T_{A32} y T_{A48} , debido a que incluían granos, los cuales contribuyen a inhibir el proceso de biohidrogenación ruminal, al igual que el pH y los niveles de cobre del alperujo. Por otro lado, los bajos niveles de MUFA encontrados en T_P tienen su origen en el pH ruminal generado por el consumo de forrajes, el cual promueve el depósito de grasas más saturadas. Los resultados obtenidos en el contenido de MUFA son concordantes con los registrados por Quenaya y Yutronic (2007), quienes encontraron que los animales que recibieron alperujo, en una cantidad de 35% de su dieta, generaron depósitos grasos con un 27,5% más de MUFA en comparación a los animales criados en pastoreo.

En cuanto al contenido de PUFA no se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos con alperujo, ni de estos con T_C . Pese a que podría haberse esperado un aumento en la cantidad de PUFA en los tratamientos con alperujo, debido a la composición del alperujo y a los efectos de la dieta base, esto no ocurrió y tampoco se observó una tendencia de aumento a medida que se incrementó la inclusión de alperujo en la dieta. Es probable que esto haya ocurrido debido a que los PUFA se depositan preferentemente en los lípidos musculares y no en la grasa subcutánea (Wood *et al.*, 2008), aunque también debe considerarse que el aporte hecho por el alperujo podría ser insuficiente para generar cambios.

Puede afirmarse que el nivel de ácidos poliinsaturados fue mayor en el grupo T_P , pero la única diferencia significativa encontrada en esta variable se presentó entre T_{A32} y T_P , siendo significativamente mayor en T_P , lo cual concuerda con la gran mayoría de los estudios existentes en donde se evidencia el alto contenido de PUFA de la carne de animales criados en base a praderas (Bas y Morand-Fehr, 2000; Demirel *et al.*, 2006; Álvarez *et al.*, 2007; Nuernberg *et al.*,

2008) y que se explica por el excelente aporte de PUFA n-3 y n-6 que constituye la pradera.

El alza observada en los TUFA a medida que se incrementó al alperujo en la dieta se explica en su totalidad por el aumento de los MUFA, ya que los porcentajes de PUFA no experimentaron diferencias significativas en los tratamientos con alperujo y tampoco parecen seguir una tendencia al alza.

Por otro lado, puede desprenderse que el nivel de ácidos grasos saturados en los tratamientos con alperujo disminuye su participación en la grasa total acompañado por un incremento del nivel de MUFA, y que en los corderos alimentados en base a pradera el nivel de SFA y PUFA incrementan su participación relativa en detrimento de los MUFA. Los resultados entregados en la presente investigación concuerdan con los obtenidos por Quenaya y Yutronic (2007), quienes encontraron en el tratamiento pastoreo concentraciones significativamente superiores de ácidos poliinsaturados ($p \leq 0,05$), en comparación a control y alperujo, los que no difirieron entre si, mientras que alperujo fue menor en 28,6% en poliinsaturados en comparación a pastoreo.

Los niveles de n-6 no se vieron modificados por los tratamientos realizados y tampoco se observa una tendencia clara en los tratamientos que incluyeron alperujo. Una situación similar ocurrió con los ácidos grasos n-3, con la salvedad de que el tratamiento T_P resultó con mayores niveles que los demás tratamientos en forma estadísticamente significativa. Esta última situación tiene relación con la mayor cantidad de ácidos grasos precursores de la serie n-3 entregados por las praderas (Morand-Fehr y Tran, 2001). Los resultados obtenidos en este punto concuerdan con diversos estudios en los que se compara el nivel de PUFA n-3 en corderos alimentados en praderas versus corderos alimentados con concentrados, resultando el contenido de dichos ácidos grasos siempre mayor en los corderos alimentados en base a pradera (Bas y Morand-Fehr, 2000; Santos-Silva *et al*, 2002; Demirel *et al.*, 2006; Alvarez *et al.*, 2007; Nuernberg *et al.*, 2008).

En la tabla 6 se resume el efecto de los cinco tratamientos sobre el perfil de ácidos grasos registrado en la grasa subcutánea de los corderos (Promedio \pm Desviación Estándar). El detalle individual de los datos significativos se presenta en el anexo 7.

Tabla 6. Efecto de los tratamientos sobre el perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea de corderos.

Variable	TRATAMIENTO				
	T _P	T _C	T _{A16}	T _{A32}	T _{A48}
12:0 Láurico	0,83+/-0,31 ^b	0,40+/- 0,17 ^a	0,43+/-0,36 ^a	0,35+/-0,13 ^a	0,30+/- 0,18 ^a
14:0 Mirístico	7,74+/-0,13 ^b	4,25+/- 0,91 ^a	4,17+/-2,05 ^a	3,51+/-0,83 ^a	3,09+/- 1,08 ^a
C15:0 Pentadecaenoico	1,07+/-0,13 ^c	0,78+/- 0,20 ^b	0,71+/-0,18 ^{ab}	0,61+/-0,09 ^{ab}	0,53+/- 0,08 ^a
C16:0 Palmítico	26,06+/-1,51 ^d	24,61+/- 1,17 ^{cd}	22,59+/-2,09 ^{bc}	20,50+/-1,30 ^{ab}	20,02+/- 1,65 ^a
C17:0 Margárico	1,75+/-0,23 ^{ab}	2,08+/- 0,47 ^b	1,77+/-0,45 ^{ab}	1,50+/-0,31 ^a	1,41+/- 0,23 ^a
C18:0 Esteárico	18,30+/-1,73 ^a	18,20+/- 2,83 ^a	19,05+/-2,82 ^a	19,69+/-2,37 ^a	18,40+/- 2,20 ^a
C20:0 Aráquico	1,20+/-0,27 ^a	1,02+/- 0,35 ^a	1,15+/-0,21 ^a	1,06+/-0,30 ^a	1,16+/- 0,18 ^a
C14:1Miristoleico	0,64+/-0,1 ^c	0,44+/- 0,13 ^b	0,37+/-0,12 ^{ab}	0,30+/-0,06 ^a	0,24+/- 0,06 ^a
C16:1Palmitoleico	1,65+/-0,46 ^a	1,64+/- 0,56 ^a	1,39+/-0,44 ^a	1,08+/-0,35 ^a	1,10+/- 0,18 ^a
C16:1trans Palmitoleico	0,86+/-0,38 ^a	0,65+/- 0,25 ^a	0,65+/-0,20 ^a	0,61+/-0,23 ^a	0,68+/- 0,09 ^a
C17:1Heptadecenoico	0,93+/-0,22 ^{ab}	1,31+/- 0,53 ^b	0,90+/-0,35 ^{ab}	0,74+/-0,32 ^a	0,60+/- 0,13 ^a
C18:1n9 Oleico	33,41+/-2,38 ^a	39,58+/- 1,60 ^h	42,05+/-3,13 ^{bc}	45,75+/-2,81 ^{cd}	47,90+/- 3,49 ^d
C18:2n6 Linoleico	2,02+/-0,44 ^a	2,16+/- 0,37 ^a	2,21+/-0,28 ^a	1,86+/-0,18 ^a	2,27+/- 0,43 ^a
18:3n6 γ -Linolénico	0,34+/-0,41 ^a	0,23+/- 0,19 ^a	0,15+/-0,05 ^a	0,14+/-0,02 ^a	0,14+/- 0,03 ^a
18:3n3 α -linolénico	1,21+/-0,20 ^b	0,68+/- 0,42 ^a	0,50+/-0,12 ^a	0,38+/-0,10 ^a	0,42+/- 0,12 ^a
Otros	2,00+/-0,39 ^a	1,95 +/- 0,14 ^a	1,90+/-0,24 ^a	1,92+/-0,27 ^a	1,73+/- 0,17 ^a

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).

No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de ácido láurico (C12:0) entre los tratamientos que incluían alperujo de aceituna, ni tampoco de estos con T_C. No obstante, se observa una tendencia de disminución de C12:0 a medida que aumenta la inclusión de alperujo en la dieta. El valor encontrado en T_P fue significativamente mayor ($p \leq 0,05$) a los otros tratamientos. La situación descrita para C12:0 se repite en forma idéntica para el ácido mirístico (C14:0). Lo anterior coincide con los resultados entregados por Quenaya y Yutronic (2007), quienes reportaron que corderos criados en pastoreo depositaron un 63,7 y 53% más de C12:0 y C14:0, respectivamente, en comparación a un tratamiento que incluía 35% de alperujo en la dieta. Este último también presentó menores niveles de dichos ácidos grasos en la grasa subcutánea que el tratamiento control, pero sin establecerse diferencias significativas. En este mismo

contexto Nuernberg *et al.* (2007) determinaron que corderos criados en base a pastoreo tenían mayores concentraciones de C12:0 y C14:0 en músculo y grasa subcutánea de la base de la cola, en comparación a corderos alimentados en base a concentrados.

La explicación de los resultados obtenidos en T_P en lo referente al ácido láurico debe buscarse nuevamente en la dieta administrada, puesto que la alimentación en base a praderas produce un aumento en el depósito de ácidos grasos saturados debido a que favorece la biohidrogenación ruminal mediante el pH generado en el rumen (Kalscheur *et al.*, 1997). La tendencia a la baja registrada a medida que se incrementó el alperujo podría explicarse por el tipo de ácidos grasos aportados por el alperujo (fundamentalmente monoinsaturados), su pH, su contenido de cobre y el efecto del grano de maíz incluido en la composición base de las dietas, el cual tendría un efecto depresor de la biohidrogenación (Sauvant y Bas, 2001), generando una disminución en el depósito de ácidos grasos saturados, en este caso C12:0 y C14:0.

En cuando al porcentaje de ácido pentadecaenoico (C15:0), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos que incluían alperujo, pero sí una tendencia a la baja a medida se incrementó el contenido de alperujo. El T_{A48} resultó con un menor contenido que T_C y T_P , diferencia que fue estadísticamente significativa. Por otro lado, T_{A16} y T_{A32} no difirieron de T_C , pero si de T_P , el cual a su vez fue mayor a todos los tratamientos en forma estadísticamente significativa. Estos resultados coinciden con los registrados por Quenaya y Yutronic (2007), quienes encontraron que corderos en pastoreo contenían más C15:0 que un tratamiento con 35% de alperujo y un tratamiento control, sin embargo, no encontraron diferencias entre control y alperujo.

Las diferencias encontradas entre T_P y T_C coinciden con los resultados obtenidos por Santos-Silva *et al.* (2002) y Nuernberg *et al.* (2008), quienes compararon el perfil de ácidos grasos de corderos alimentados en base a pradera versus corderos alimentados en base a concentrados.

El contenido de ácido palmítico presentó una tendencia a disminuir a medida que aumentó el contenido de alperujo en la dieta, estableciéndose

diferencias significativas sólo entre T_{A48} y T_{A16} , por lo que se supone que una variación de 16% en el contenido de alperujo no es suficiente para generar un cambio significativo. Por otro lado, se observa que T_{A32} y T_{A48} tuvieron una menor concentración de ácido palmítico en relación a T_C , en forma estadísticamente significativa. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos por Quenaya y Yutronic (2007), quienes encontraron que corderos suplementados con 35% de alperujo en la dieta tuvieron concentraciones de este ácido un 22,8% menores que corderos alimentados en pradera y 11,9% menores que los corderos del tratamiento control, el cual no incluía alperujo. Las concentraciones de ácido palmítico fueron mayores en T_P con respecto a T_C , pero sin ser estadísticamente significativas, lo cual coincide parcialmente con Nuernberg *et al.* (2008), quienes compararon el perfil de ácidos grasos de la grasa de la base de la cola entre corderos alimentados en base a pradera y concentrado, encontrando diferencias significativas. También coincide parcialmente con Quenaya y Yutronic (2007), ya que ellos sí encontraron diferencias significativas entre control y el tratamiento en base a pradera. Se observó que T_P fue significativamente mayor que T_{A16} , T_{A32} y T_{A48} , lo que nuevamente coincide con los resultados registrados por Quenaya y Yutronic (2007). La explicación a esta situación tiene relación, como ya se señaló para C12:0 y C14:0, con la dieta administrada a los corderos y el pH generado en el rumen.

Se observó una tendencia a la baja del ácido margárico (C17:0) a medida que aumentó el contenido de alperujo, pero estableciéndose diferencias significativas sólo entre T_{A32} y T_{A48} en relación a T_C , mientras que no se vieron diferencias entre T_P y los demás tratamientos. Estos resultados coinciden parcialmente con los encontrados por Quenaya y Yutronic (2007), quienes encontraron que corderos con una dieta control presentaron mayores concentraciones de este ácido que corderos alimentados en base a pradera y corderos alimentados con una dieta que incluía 35% de alperujo, sin que estos últimos dos grupos presentaran diferencias entre si. En contraste con lo anterior Rearte (2001) indica que en bovinos no habría efecto de la dieta (Forraje o concentrado) sobre este ácido.

Los niveles de ácido esteárico y aráquico (C20:0) registrados en la grasa subcutánea de los corderos no se vieron afectados significativamente por ninguno de los tratamientos realizados, siendo los niveles muy similares en todos los grupos de alimentación, lo cual no coincide con los resultados reportados por Quenaya y Yutronic (2007), quienes encontraron que corderos suplementados con 35% de alperujo depositaron en la grasa subcutánea un 21,1% más de ácido esteárico y un 43,6% menos de ácido aráquico que los corderos alimentados en base a pradera. Por otro lado, los resultados coinciden con los datos reportados por Nuernberg *et al.* (2007), quienes no encontraron diferencias en el nivel ácido esteárico en la grasa de la base de la cola al comparar corderos alimentados en base a pradera y concentrado.

Las concentraciones de ácido miristoleico (C14:1) mostraron una tendencia a disminuir a medida que aumentó la incorporación de alperujo, pero sólo se establecieron diferencias significativas entre T_{A32} y T_{A48} en relación a T_C, en tanto que T_P fue significativamente mayor a todos los tratamientos realizados. Estos resultados coinciden parcialmente con los registrados por Quenaya y Yutronic (2007), quienes encontraron que corderos criados en base a pradera contenían más C14:1 que corderos suplementados con 35% de alperujo y corderos alimentados con una dieta control, sin embargo, no encontraron diferencias entre la dieta control y la que contenía alperujo. Es probable que estos resultados encuentren una explicación en el perfil de ácidos grasos del alperujo, el cual carece de C14:1.

Los niveles de ácido palmitoleico (C16:1) y palmitoleico trans (C16:1t) registrados en la grasa subcutánea de los corderos no se vieron afectados en forma significativa por los tratamientos realizados, lo cual no concuerda con los resultados publicados por Nuernberg *et al.* (2008), quienes determinaron que corderos en pastoreo depositaron más C16:1 en los tejidos lipídicos que corderos alimentados en base a concentrado. Pese a lo anterior, los resultados coinciden con Quenaya y Yutronic (2007) en lo referente al ácido palmitoleico, pero por otra parte, ellos sí encontraron diferencias para C16:1t, el cual fue mayor en el tratamiento control en comparación al tratamiento pradera y alperujo.

El ácido heptadecenoico (C17:1) experimentó una tendencia a decrecer a medida que se incrementó el alperujo en la dieta, pero sólo se pudieron establecer diferencias de T_{A32} y T_{A48} en relación T_C , siendo mayor la concentración de dicho ácido graso en T_C , lo que coincide con Quenaya y Yutronic (2007), quienes encontraron diferencias entre el grupo alperujo y el grupo control, como también entre alperujo y pradera.

El ácido oleico presentó una tendencia a incrementar su concentración a medida que aumentó la incorporación de alperujo en la dieta, pero las diferencias significativas se establecieron sólo entre T_C y T_{A32} , T_C y T_{A48} y entre T_{A16} y T_{A48} . Esta tendencia al aumento se explica debido a que el alperujo es rico en C18:1. Por otra parte, el nivel de ácido oleico fue significativamente menor en T_P , comparado con los demás tratamientos. Las diferencias entre T_P y T_C son coincidentes con los experimentos que comparan el perfil de ácidos grasos de animales alimentados en basa a praderas y concentrados (Rearte, 2001; Nuernberg *et al.*, 2008)

Los tratamientos realizados no lograron alterar significativamente los niveles de ácido linoleico (C18:2n-6) y gamma linolénico (γ -C18:3n-3). Tampoco fue posible establecer tendencias que tuvieran relación con el incremento de alperujo en la dieta. Estos resultados coinciden con los reportados por Quenaya y Yutronic (2007). Probablemente los niveles de estos ácidos en el alperujo no son suficientes para generar cambios en la grasa subcutánea, por otra parte, ellos se depositan preferentemente en lípidos musculares y no en la grasa subcutánea.

Finalmente las concentraciones de ácido alfa linolénico (α -C18:3n-3) sólo se vieron modificadas en forma estadísticamente significativas por el tratamiento T_P , donde el nivel de este ácido graso fue mayor, lo que coincide con Quenaya y Yutronic (2007) y Nuernberg *et al.* (2007), quienes observaron que las concentraciones de ácido linolénico fueron significativamente mayores en los corderos criados en pradera, en comparación a corderos criados en base a concentrados o que incluían alperujo en la dieta. Los resultados pueden explicarse por el excelente aporte de C18:3n-3 que constituye la pradera (Morand-Fehr y Tran, 2001).

7.4 Regresión de los ácidos grasos sobre el porcentaje de alperujo en la dieta.

Con la regresión lineal se puede determinar la intensidad de la relación existente entre el porcentaje de un ácido graso en la grasa subcutánea y el porcentaje de alperujo en la dieta, además es posible establecer la ecuación que describe esta relación y con ello estimar los porcentajes del ácido graso en cuestión cuando se incluye un determinado porcentaje de alperujo en la dieta.

7.4.1 Regresión de los ácidos grasos saturados sobre el porcentaje de alperujo en la dieta

Se determinó la existencia de una relación lineal ($p \leq 0,05$) entre el nivel de ácidos grasos saturados presentes en la grasa subcutánea de corderos y el nivel de alperujo en la dieta (0%, 16%, 32% y 48%). El coeficiente de determinación calculado para el modelo fue $R^2 = 0,44$, lo que indica que el 44% de la variación en la concentración de ácidos grasos saturados se explica por la relación que existe con el nivel de alperujo en la dieta. Por otro lado, el coeficiente de correlación calculado fue $r = 0,66$, lo que indica una intensidad de correlación media entre las variables relacionadas. A continuación se entrega la ecuación predictiva para el nivel de ácidos grasos saturados en la grasa subcutánea de corderos en relación al nivel de alperujo en la dieta:

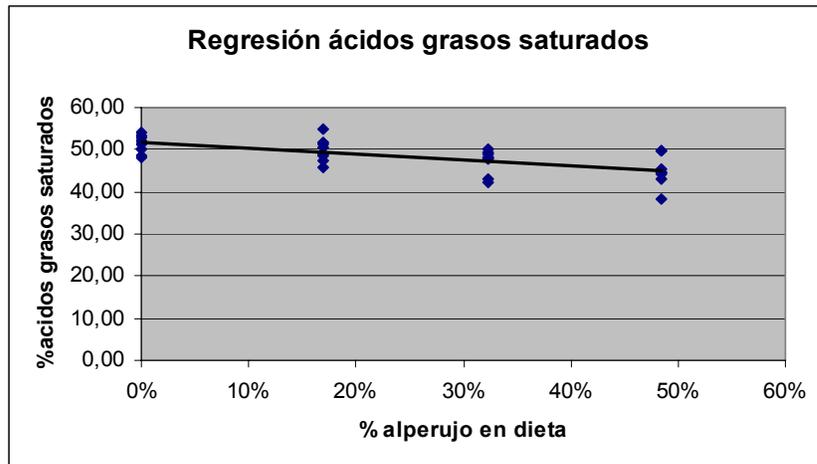
$$Y = 51,64 + -13,72X$$

Donde:

Y = porcentaje de ácidos grasos saturados presentes en la grasa subcutánea de corderos.

X = nivel de incorporación de alperujo en la dieta expresado como porcentaje del peso de la ración diaria.

Figura 3. Regresión de ácidos grasos saturados sobre el porcentaje de alperujo en la dieta



Por lo tanto, la ecuación y el gráfico anterior indican que existe una correlación negativa entre el nivel de ácidos grasos saturados y el nivel de alperujo en la dieta, lo cual implica que por cada unidad de aumento de X, el valor de Y disminuye en 13,72 unidades.

7.4.2 Regresión de los ácidos grasos monoinsaturados sobre el porcentaje de alperujo en la dieta

Se determinó que existe una relación lineal ($p \leq 0,05$) entre el nivel de ácidos grasos monoinsaturados presentes en la grasa subcutánea de corderos y el nivel de alperujo en la dieta. El coeficiente de determinación calculado para el modelo fue de $R^2 = 0,49$, lo que indica que el 49% de la variación en la proporción de ácidos grasos monoinsaturados se explica por la relación que existe con el nivel de alperujo en la dieta. Por otro lado, el coeficiente de correlación calculado fue de $r = 0,7$, lo que indica una intensidad de correlación moderadamente alta entre las variables relacionadas. A continuación se entrega la ecuación predictiva para el nivel de ácidos grasos monoinsaturados en la grasa subcutánea de corderos en relación al nivel de alperujo en la dieta:

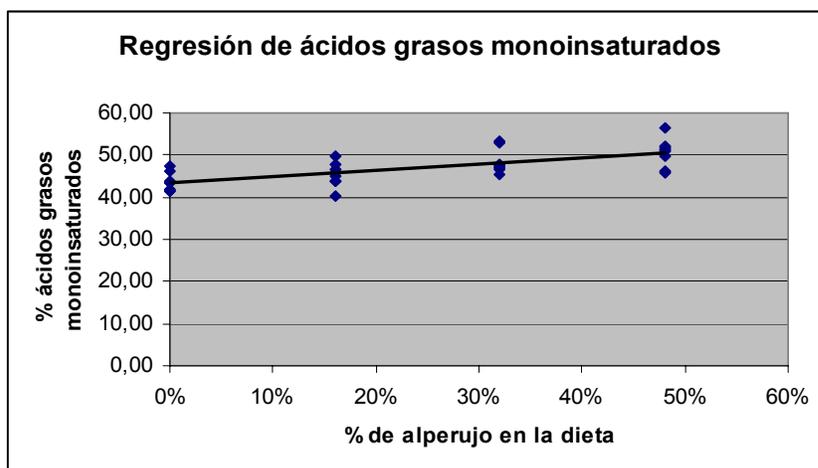
$$Y = 43,43 + 14,87X$$

Donde:

Y = porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados en la grasa subcutánea de corderos.

X = porcentaje de incorporación de alperujo en la dieta.

Figura 4. Regresión de los ácidos grasos monoinsaturados sobre el porcentaje de alperujo en la dieta.



Por lo tanto, la ecuación y el gráfico anterior indican que existe una correlación positiva entre el nivel de ácidos grasos monoinsaturados y el nivel de alperujo en la dieta, lo cual implica que por cada unidad de aumento de X, el valor de Y aumenta en 14,87 unidades.

7.4.3 Regresión del ácido mirístico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta

Se determinó la existencia de una relación lineal ($p \leq 0,05$) entre el porcentaje de ácido mirístico presente en la grasa subcutánea de corderos y el porcentaje de alperujo incluido en la dieta. El coeficiente de determinación calculado para el modelo fue de $R^2 = 0,12$, lo que indica que el 12% de la variación en la concentración de ácidos grasos saturados se explica por la relación que existe con el nivel de alperujo en la dieta. Por otro lado, el coeficiente de correlación calculado fue de $r = 0,34$, lo que indica una intensidad de correlación muy baja entre las variables relacionadas. A continuación se entrega la ecuación predictiva para el nivel de ácido graso mirístico en la grasa subcutánea de corderos en relación al nivel de alperujo en la dieta:

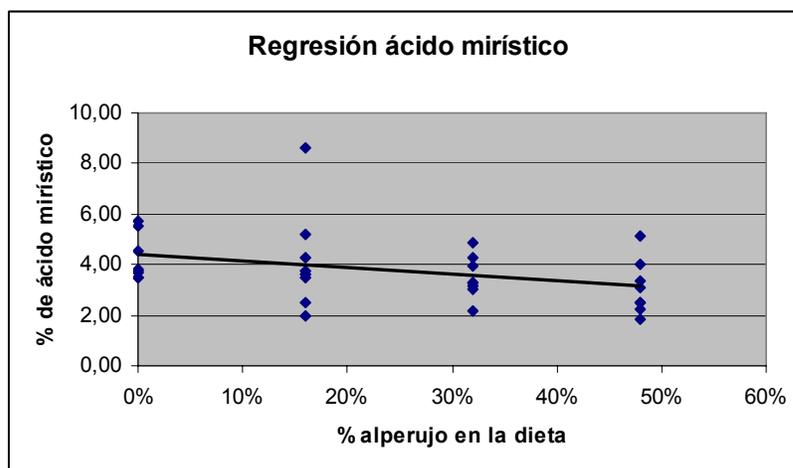
$$Y = 4,38 + -2,6X$$

Donde:

Y = porcentaje de ácido mirístico en la grasa subcutánea de corderos.

X = nivel de incorporación de alperujo en la dieta como porcentaje de la ración diaria.

Figura 5. Regresión del ácido mirístico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta



Por lo tanto, la ecuación y gráfico anterior indican la existencia de una correlación negativa entre el nivel de ácido graso mirístico y el nivel de alperujo en la dieta, lo cual implica que por cada unidad de aumento en el valor de X, el valor de Y disminuye en 2,6 unidades. Pese a la existencia de correlación, su intensidad es muy débil y el modelo no explica gran parte de la variación registrada, por ende su interpretación debe ser cautelosa.

7.4.4 Regresión del ácido pentadecaenoico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta

El análisis estadístico reportó una relación lineal ($p \leq 0,05$) entre el porcentaje de este ácido graso en la grasa subcutánea y el porcentaje de alperujo en la dieta. El coeficiente de determinación calculado para el modelo fue de $R^2 = 0,32$, lo que indica que el 32% de la variación en la concentración de este ácido graso se explica por la relación que existe con el nivel de alperujo en la dieta. Por otro lado, el coeficiente de correlación calculado fue de $r = 0,56$, lo que indica una intensidad de correlación baja entre las variables relacionadas. A continuación se

entrega la ecuación predictiva para el nivel de ácido pentadecaenoico en la grasa subcutánea de corderos en relación al nivel de alperujo en la dieta:

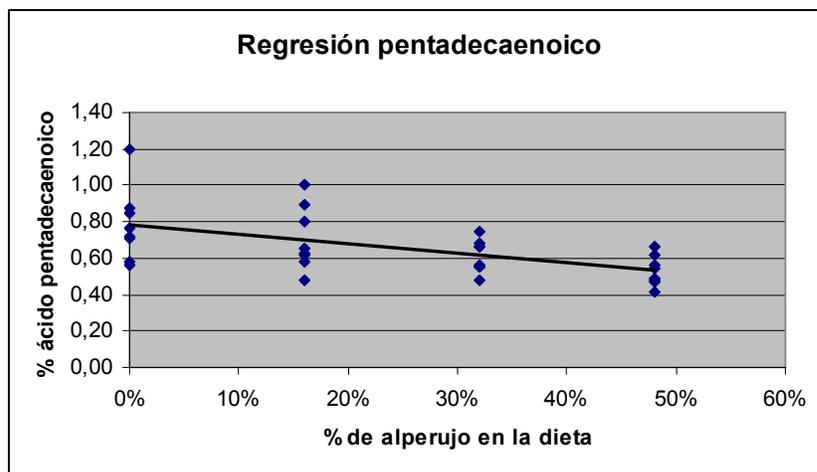
$$Y = 0,78 + -0,53X$$

Donde:

Y = porcentaje de ácido pentadecaenoico en la grasa subcutánea de corderos.

X = porcentaje de alperujo en la dieta.

Figura 6. Regresión del ácido pentadecaenoico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta



Por lo tanto, el gráfico y la ecuación anterior indican que existe una correlación negativa entre el nivel de ácido graso palmítico en la grasa subcutánea y el nivel de alperujo en la dieta, lo cual implica que por cada unidad de aumento en el valor de X, el valor de Y disminuye en 0,53 unidades.

7.4.5 Regresión del ácido palmítico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta

Se determinó la existencia de una relación lineal ($p \leq 0,05$) entre el porcentaje de ácido palmítico presente en la grasa subcutánea de corderos y el porcentaje de alperujo incluido en la dieta. El coeficiente de determinación calculado para el modelo fue de $R^2 = 0,57$, lo que indica que el 57% de la variación en la concentración del ácido graso palmítico se explica por la relación que existe con el nivel de alperujo en la dieta. Por otro lado, el coeficiente de correlación calculado fue de $r = 0,75$, lo que indica una intensidad de correlación

moderadamente alta entre las variables relacionadas. A continuación se entrega la ecuación predictiva para el nivel de ácido graso palmítico en la grasa subcutánea de corderos en relación al nivel de alperujo en la dieta:

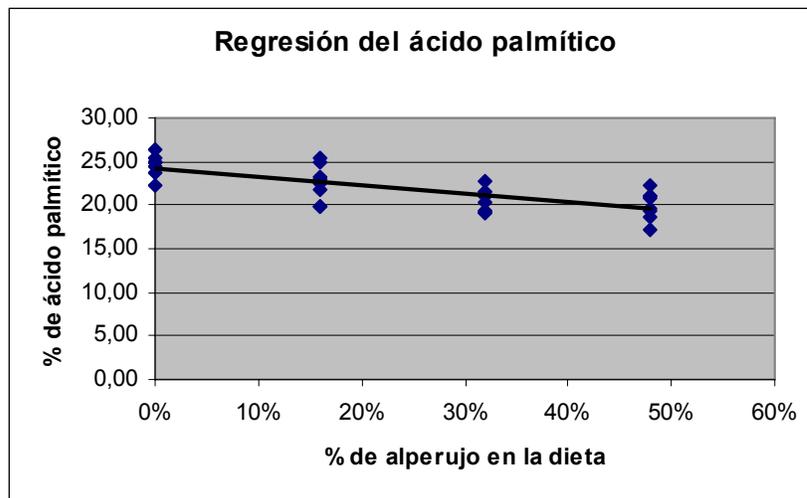
$$Y = 24,31 + -9,9X$$

Donde:

Y = porcentaje de ácido graso palmítico en la grasa subcutánea de corderos.

X = porcentaje de incorporación de alperujo en la dieta.

Figura 7. Regresión del ácido palmítico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta.



Por lo tanto el gráfico y la ecuación anterior indican que existe una correlación negativa entre el nivel de ácido graso palmítico en la grasa subcutánea y el nivel de alperujo en la dieta, lo cual implica que por cada unidad de aumento en el valor de X, el valor de Y disminuye en 9,9 unidades.

7.4.6 Regresión del ácido margárico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta

El análisis estadístico reportó una relación lineal ($p \leq 0,05$) entre el porcentaje de este ácido graso en la grasa subcutánea y el porcentaje de alperujo en la dieta. El coeficiente de determinación calculado para el modelo fue de $R^2 = 0,34$, lo que indica que el 34% de la variación en la concentración de este ácido graso se explica por la relación que existe con el nivel de alperujo en la dieta. Por otro lado, el coeficiente de correlación calculado fue de $r = 0,58$, lo que indica una

intensidad de correlación baja entre las variables. A continuación se entrega la ecuación predictiva para el nivel de ácido margárico en la grasa subcutánea de corderos en relación al nivel de alperujo en la dieta:

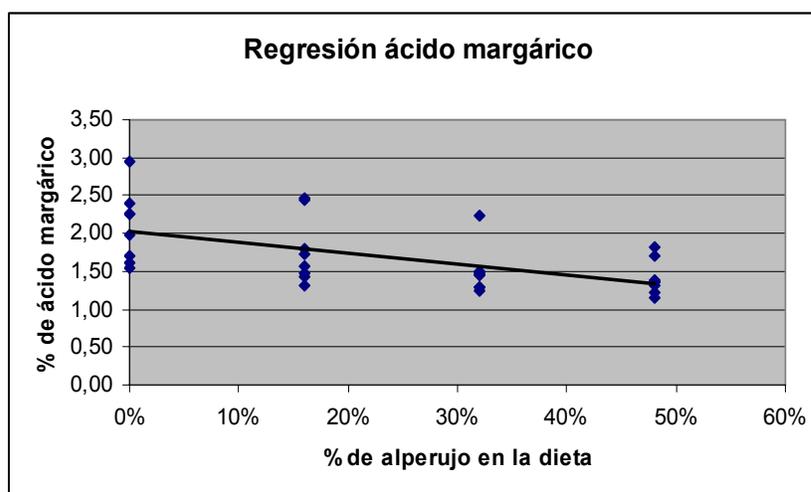
$$Y = 2,03 + -1,43X$$

Donde:

Y = porcentaje de ácido margárico en la grasa subcutánea de corderos.

X = porcentaje de alperujo en la dieta.

Figura 8. Regresión del ácido margárico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta.



Por lo tanto, la ecuación y gráfico anterior indican que existe una correlación negativa entre el nivel de ácido graso margárico en la grasa subcutánea y el nivel de alperujo en la dieta, lo cual implica que por cada unidad de aumento en el valor de X, el valor de Y disminuye en 1,43 unidades.

7.4.7 Regresión del ácido miristoleico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta

Se observó una relación lineal ($p \leq 0,05$) entre el nivel de ácido miristoleico presente en la grasa subcutánea de corderos y el nivel de alperujo en la dieta. El coeficiente de determinación fue de $R^2 = 0,40$, lo que indica que el 40% de la variación se explica por la relación que existe con el nivel de alperujo en la dieta. Por otro lado, el coeficiente de correlación calculado fue de $r = 0,63$, lo que indica una intensidad de correlación media entre las variables relacionadas. A

continuación se entrega la ecuación predictiva para el nivel de ácido miristoleico en la grasa subcutánea de corderos en relación al nivel de alperujo en la dieta:

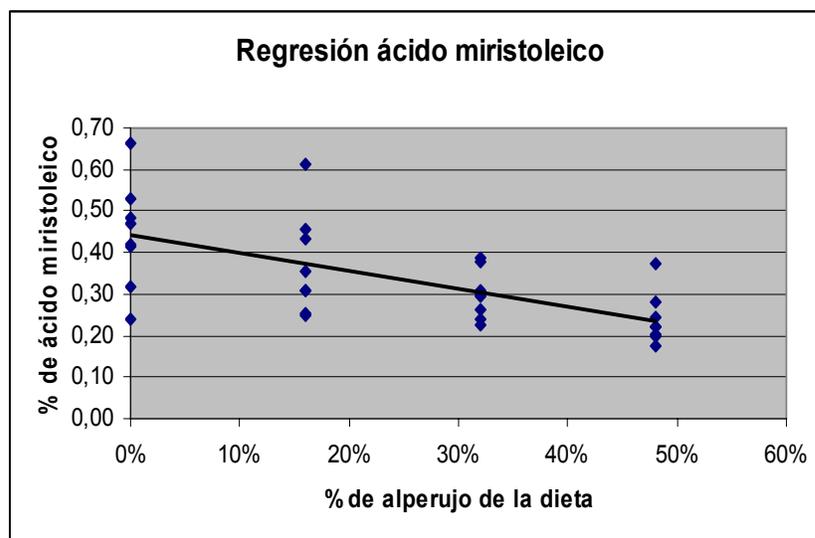
$$Y = 0,44 + -0,42X$$

Donde:

Y = porcentaje de ácido graso miristoleico en la grasa subcutánea de corderos.

X = porcentaje de incorporación de alperujo en la dieta.

Figura 9. Regresión del ácido miristoleico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta.



Por lo tanto, existe una correlación negativa entre el nivel de ácido graso miristoleico y el nivel de alperujo en la dieta, lo cual implica que por cada unidad de aumento en el valor de X, el valor de Y disminuye en 0,42 unidades.

7.4.8 Regresión del ácido heptadecenoico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta

El análisis estadístico reportó una relación lineal ($p \leq 0,05$) entre el porcentaje de este ácido graso en la grasa subcutánea y el porcentaje de alperujo en la dieta. El coeficiente de determinación calculado para el modelo fue de $R^2 = 0,36$, lo que indica que el 36% de la variación se explica por la relación que existe con el nivel de alperujo en la dieta. El coeficiente de correlación calculado fue de $r = 0,60$, lo que indica una intensidad de correlación media. A continuación se

entrega la ecuación predictiva para el nivel de ácido heptadecenoico en la grasa subcutánea de corderos en relación al nivel de alperujo en la dieta:

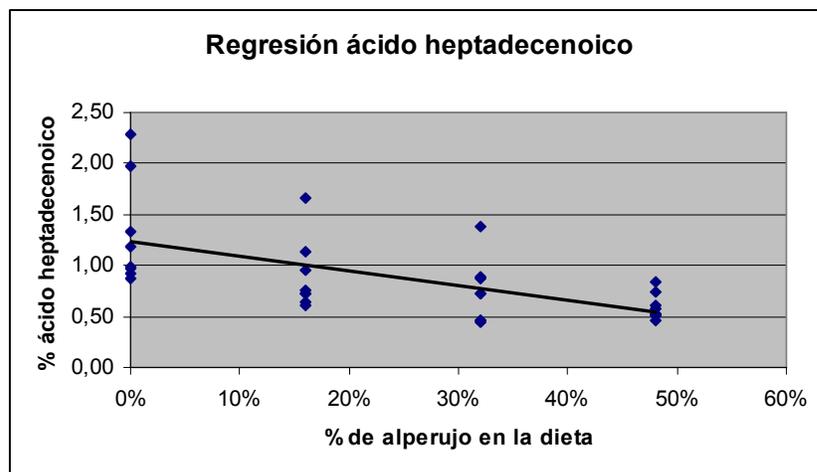
$$Y = 1,24 + -1,44X$$

Donde:

Y = porcentaje de ácido heptadecenoico en la grasa subcutánea de corderos.

X = porcentaje de alperujo en la dieta.

Figura 10. Regresión del ácido heptadecenoico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta



Por lo tanto, existe una correlación negativa entre el nivel de este ácido en la grasa subcutánea y el nivel de alperujo en la dieta, lo cual implica que por cada unidad de aumento en el valor de X, el valor de Y disminuye en 1,44 unidades.

7.4.9 Regresión del ácido oleico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta

Se determinó la existencia de una relación lineal ($p \leq 0,05$) entre el nivel de ácido oleico presente en la grasa subcutánea de corderos y el nivel de alperujo en la dieta. El coeficiente de determinación calculado para el modelo fue de $R^2 = 0,59$, lo que indica que el 59% de la variación en la concentración del ácido graso oleico se explica por la relación que existe con el nivel de alperujo en la dieta. Por otro lado, el coeficiente de correlación calculado fue de $r = 0,77$, lo que indica una intensidad de correlación moderadamente alta entre las variables relacionadas. A continuación se entrega la ecuación predictiva para el nivel de ácido graso oleico en la grasa subcutánea de corderos en relación al nivel de alperujo en la dieta:

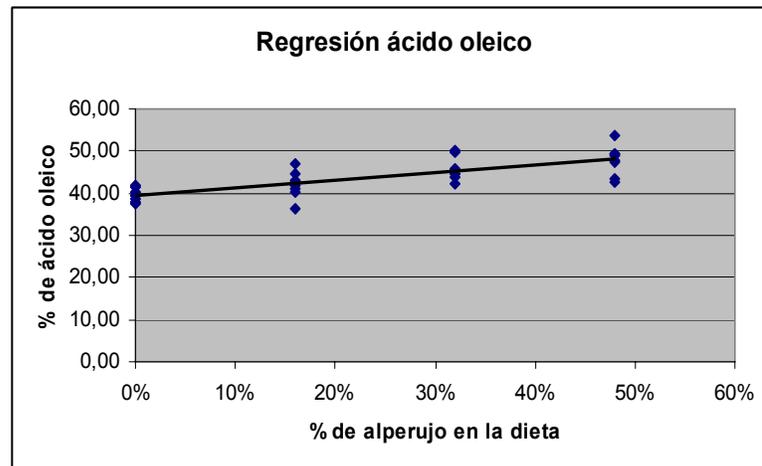
$$Y = 39,52 + 17,91X$$

Donde:

Y = porcentaje de ácido graso oleico en la grasa subcutánea de corderos.

X = porcentaje de incorporación de alperujo en la dieta.

Figura 11. Regresión del ácido oleico sobre el porcentaje de alperujo en la dieta.



Por lo tanto, la ecuación y gráfico anterior indican que existe una correlación positiva entre el nivel de ácido graso oleico y el nivel de alperujo en la dieta, lo cual implica que por cada unidad de aumento en el valor de X, el valor de Y aumenta en 17,91 unidades.

7.5 Incorporación de alperujo en la dieta de corderos y su efecto en las razones entre ácidos grasos de importancia nutricional

En la tabla 7 se resume el efecto de los distintos tratamientos sobre las principales razones de importancia nutricional (Promedio \pm Desviación Estándar). El detalle individual de los datos se presenta en el anexo 8.

Tabla 7. Efecto de tipo de alimentación sobre las razones entre ácidos grasos de importancia nutricional.

RAZÓN	TRATAMIENTO				
	T _P	T _C	T _{A16}	T _{A32}	T _{A48}
n-6/n-3	1,97 \pm 0,57 ^a	4,05 \pm 1,05 ^b	4,92 \pm 1,04 ^{bc}	5,70 \pm 1,73 ^{bc}	6,14 \pm 1,88 ^c
PUFA/SFA	0,06 \pm 0,01 ^a	0,06 \pm 0,01 ^a	0,06 \pm 0,01 ^a	0,05 \pm 0,01 ^a	0,06 \pm 0,01 ^a
TUFA/SFA	0,72 \pm 0,08 ^a	0,91 \pm 0,08 ^b	0,97 \pm 0,11 ^b	1,08 \pm 0,14 ^{bc}	1,20 \pm 0,19 ^c
Valor nutritivo*	1,99 \pm 0,18 ^a	2,35 \pm 0,18 ^{ab}	2,74 \pm 0,47 ^{bc}	3,21 \pm 0,30 ^{cd}	3,34 \pm 0,42 ^d

Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$)

* (Ácido esteárico+Ácido oleico)/Ácido palmítico

El tratamiento T_P resultó tener la menor razón n-6/n-3 ($p \leq 0.05$), lo cual se explica por el alto contenido de precursores n-3 entregado por las praderas (Enser *et al.*, 1998; Morand-Fehr y Tran, 2001), coincidiendo con los resultados reportados por diversos autores (Demirel *et al.*, 2006; Aurousseau *et al.*, 2007; Quenaya y Yutronic, 2007; Nuernberg *et al.*, 2008). El aumento en la incorporación de alperujo determinó una tendencia de incremento en el valor de esta relación, pero sólo se estableció diferencia significativa entre T_{A48} y T_C. La explicación de este incremento en la razón puede tener su origen en el tipo de ácidos grasos aportado por el alperujo y por la dieta base, pese a que no fueron detectados cambios en las concentraciones promedio de n-6 y n-3 presentados en la tabla 5, lo que indica que esta relación podría evidenciar en forma más sensible las variaciones en dichos ácidos grasos. Es importante destacar que una incorporación de 48% de alperujo fue la única capaz de modificar esta relación en forma estadísticamente significativa, sin embargo, el valor alcanzado sigue estando en torno a 5/1 (SCF, 1993) y siempre por debajo de 10/1 para evitar el riesgo de arteriosclerosis y enfermedades coronarias (FAO, 1994).

La razón entre ácidos PUFA/SFA no resultó modificada por los tratamientos realizados, siendo en todos ellos inferior a lo recomendado (0,6) por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC, 2007), y sin registrarse una tendencia al aumento en los tratamientos con alperujo, pese a la tendencia a la baja de los ácidos grasos saturados a medida que aumentó la proporción de alperujo en la dieta (Tabla 5). Quenaya y Yutronic (2007) tampoco obtuvieron variaciones en esta razón.

Cuando se consideraron los ácidos grasos insaturados totales para obtener la relación TUFA/SFA se evidenció un incremento de esta razón a medida que aumentó la incorporación de alperujo en la dieta, lo cual coincide con los resultados reportados por Quenaya y Yutronic (2007). Probablemente los resultados se explican por el aumento de los ácidos grasos monoinsaturados detallado en la tabla 5.

Finalmente el valor nutritivo registró una tendencia a incrementarse a medida que aumentó la incorporación de alperujo en la dieta de los corderos, lo cual se relaciona con el mayor depósito de C18:1 y la reducción de C16:0 a medida que se incorporó más alperujo en la dieta. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Quenaya y Yutronic, (2007), quienes reportaron que esta razón resultó mayor ($p \leq 0,05$) en corderos suplementados con alperujo, comparados con el tratamiento control y pastoreo.

7.6 Estudio de consumidores: análisis de las características sensoriales de la carne de cordero mediante una encuesta hedónica

En la tabla 8 se resume el efecto de los cinco tratamientos sobre el promedio de los puntajes otorgados por los consumidores a olor, terneza, jugosidad, aroma y apreciación global (Promedio \pm Desviación Estándar). El detalle individual de los datos se presenta en el anexo 9.

Tabla 8. Efecto del tipo de alimentación en las principales características sensoriales de la carne.

Variable	Tratamiento				
	T _P	T _C	T _{A16}	T _{A32}	T _{A48}
OLOR	4,25 \pm 2,30 ^a	4,84 \pm 2,29 ^a	4,81 \pm 2,44 ^a	4,94 \pm 2,62 ^a	3,64 \pm 1,42 ^a
TERNEZA	8,66 \pm 1,21 ^b	8,95 \pm 1,03 ^b	7,59 \pm 2,05 ^a	7,56 \pm 2,06 ^a	7,25 \pm 1,84 ^a
JUGOSIDAD	7,13 \pm 1,66 ^a	6,58 \pm 1,39 ^a	7,19 \pm 2,12 ^a	7,24 \pm 2,24 ^a	6,21 \pm 2,13 ^a
AROMA 1*	5,53 \pm 2,59 ^a	5,79 \pm 2,39 ^{ab}	6,19 \pm 2,69 ^{abc}	7,29 \pm 2,02 ^c	6,96 \pm 2,19 ^{bc}
AROMA 2**	7,22 \pm 2,04 ^a	7,00 \pm 1,91 ^a	7,19 \pm 2,00 ^a	5,88 \pm 2,64 ^a	6,64 \pm 2,16 ^a
APRECIACIÓN GLOBAL	8,68 \pm 1,04 ^a	8,21 \pm 1,32 ^a	7,81 \pm 1,84 ^a	8,18 \pm 1,85 ^a	8,39 \pm 1,42 ^a

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas entre grupos ($p \leq 0,05$).

* Intensidad del olor + sabor en una escala de 1 a 10, siendo 1 muy débil y 10 muy pronunciado.

** En este ítem el consumidor indicó que tan agradable fue el aroma, siendo 1 muy malo y 10 muy agradable.

Como se observa en la tabla 8, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para olor, jugosidad, aroma 2 y apreciación global. Por otro lado, la terneza resultó afectada por los tratamientos, ya que la carne de corderos alimentados con alperujo de aceituna en distintas proporciones resultó menos tierna que la de corderos del grupo control y pastoreo. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que desde una perspectiva general todos los tratamientos fueron bien evaluados por los consumidores. Lo anterior coincide con lo reportado por Quenaya y Yutronic 2007, en cuyo análisis de consumidores la dureza de la carne fue el indicador de calidad peor evaluado (6,57) y el mejor evaluado fue el sabor (7,3), en una escala de 1 a 8 y promediando los 3 tratamientos realizados (control, pradera y alperujo). No se detectaron diferencias entre los tratamientos que incluyeron alperujo, pero puede observarse que el grupo que obtuvo menores puntajes en terneza fue T_{A48}.

Se observó, en términos generales, que los tratamientos con alperujo tuvieron aromas 1 más intensos que T_C y T_P, pero las diferencias estadísticamente

significativas se establecieron sólo entre T_P y T_{A32} , T_P y T_{A48} , y finalmente entre T_C y T_{A32} .

En la tabla 9 se presenta el Coeficiente de Correlación de Spearman calculado entre las variables medidas en el estudio de consumidores.

Tabla 9. Coeficiente de correlación de Spearman entre las características sensoriales de la carne.

	OLOR	TERNEZA	JUGOSIDAD	AROMA 1	AROMA 2
TERNEZA	-0,25*				
JUGOSIDAD	0,4	0,6*			
AROMA 1	0,32*	0,17*	0,32*		
AROMA 2	0,03	0,32*	0,31*	-0,13	
APRECIACIÓN GLOBAL	-0,35*	0,73*	0,51*	0,18*	0,27*

* indica $p \leq 0,05$

Del análisis de las relaciones existentes entre las variables se desprende que no es deseable un olor ni aroma demasiado pronunciados, ya que existe una correlación negativa entre olor y apreciación global y entre aroma 1 y aroma 2 (pese a que esta última correlación no fue estadísticamente significativa), lo cual coincide con los resultados entregados por Indurian *et al.* 2007, quienes afirman que la carne de cordero con un olor y sabor mas suave es mejor evaluada por los consumidores. Además, en base al puntaje en apreciación global, se deduce que el consumidor prefiere las características del cordero criado en pradera, pero la introducción del alperujo en la dieta no provoca un aumento indeseable en las características sensoriales (olor y aroma) que se vea reflejado con bajos puntajes en apreciación global. El aroma generado en los corderos criados en base a pradera tiene relación con su mayor depósito de PUFA n-3 ($p \leq 0,05$), ya que los productos de la oxidación de éstos son los principales responsables del particular aroma y olor de dichas carnes (Priolo *et al.*, 2001).

Las diferencias en la terneza no parecen tener una lógica que concuerde con las investigaciones, puesto que no se evidenciaron diferencias significativas entre T_C y T_P , en condiciones en que la incorporación de grano en T_C debiera haber generado un mayor grado de marmoleo y consecuentemente mayor terneza respecto de T_P . Por otra parte, existe una relación importante entre el pH alcanzado por la carne durante su maduración y su terneza (Bouton *et al.*, 1971 y

1982), pero en esta experiencia no fue posible apreciar una asociación entre el pH final y la ternura percibida por el consumidor en la encuesta hedónica.

Finalmente al analizar las relaciones más relevantes entre las variables se observó una fuerte correlación positiva entre jugosidad, ternura y apreciación global, lo que indica el alto valor que el consumidor entregó a estas dos variables al momento de calificar su impresión general de la carne de cordero consumida, coincidiendo con Revilla *et al.* (2005), quienes reportan que la jugosidad y ternura se encuentran entre los diez descriptores más importantes de la carne de lechazo identificados por los consumidores. Por otra parte, también reafirma la importante conexión entre estas dos variables reportada en otros estudios, entre ellos, Carrasco *et al.* (2007), quienes encontraron una fuerte correlación entre ternura y jugosidad al comparar el efecto del sistema de manejo sobre las características sensoriales de la carne de cordero.

Se puede concluir que la carne de corderos alimentados con alperujo de aceituna no sufrió cambios en la mayoría de las características percibidas por los consumidores, y pese a que las dos características que presentaron cambios son muy importantes para el consumidor, su variación no fue capaz de provocar un descenso en el puntaje de apreciación global de la carne de corderos alimentados con alperujo.

8. CONCLUSIONES

1. La incorporación de alperujo de aceituna en porcentajes crecientes en la dieta de corderos no generó cambios importantes en las principales características de la carne (pH, color de carne y grasa, y consistencia de la grasa).
2. El perfil de ácidos grasos de la carne de corderos experimentó cambios que favorecen su calidad nutricional por efecto de la incorporación de distintos niveles de alperujo de aceituna en su dieta.
3. El contenido de ácidos grasos saturados de la grasa subcutánea de los corderos alimentados con alperujo fue menor que los grupos control y pastoreo.
4. El contenido de ácidos grasos monoinsaturados de la grasa subcutánea de los corderos alimentados con alperujo fue mayor que en los grupos control y pastoreo.
5. El estudio de consumidores evidenció una disminución de la ternura y un aumento en la intensidad del aroma (olor + sabor, desde muy débil a muy pronunciado) en los tratamientos que incluyeron alperujo en comparación al grupo control y pastoreo.
6. Al evaluar la apreciación global, los consumidores consideraron a la carne de cordero de los tratamientos con alperujo como un producto de excelente calidad, sin encontrarse diferencias con los tratamientos control y pradera.

9. BIBLIOGRAFIA

- **AGUILERA, J.F.; GARCÍA, M.A.; MOLINA, E.** 1992. The performance of ewes offered concentrates containing olive by-products in late pregnancy and lactation. *Anim. Prod.* 55: 219-226.

- **ALBURQUERQUE, J.A.; GONZÁLVEZ, J.; GARCÍA, J.; CEGARRA, J.** 2004. Agrochemical characterization of “alperujo”, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresour. Technol.* 91: 195-200.

- **ALDRICH, C.G.; MERCHEN N.R.; DRACKLEY J.K.** 1995. The effect of roasting temperature applied to whole soybeans on site of digestion by steers: I. Organic matter, energy, fiber, and fatty acid digestion. *J. Anim. Sci.* 73: 2120-2130.

- **ÁLVAREZ, I.; DIAZ M.T.; DE LA FUENTE J.; ÁLVAREZ, S.; PÉREZ, C.; LAUZURICA, S.; OLIVER, M.A.; SAÑUDO, C.; CAÑEQUE, V.** 2007. Composición en ácidos grasos de las fracciones lipídicas de la carne de ovino según el sistema de alimentación basado en pienso, concentrado o pasto. **In:** XII Jornadas de producción animal. Zaragoza, España. 16 y 17 de mayo de 2007. Asociación interprofesional para el desarrollo del agro. <<http://www.aida-itea.org/jornada38/trabajos.htm>>.

- **ARANDA, E.** 2006. Fraccionamiento físico del alperujo como base para desarrollar una estrategia biológica con hongos saprobios y arbusculares para la eliminación de su toxicidad. Tesis Doctoral, Granada, España, Universidad de Granada. pp 14-16.

- **ARNOLD, R.N.; ARP, S.C.; SCHELLER, K.K.; WILLIAMS, S.N.; SCHAEFER, D.M.** 1993. Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. *J. Anim. Sci.* 71: 105–118.

- **ARSENOS, G.; BANOS, G.; FORTOMARIS, P.; KATSAOUNIS, N.; STAMATARIS, C.; TSARAS, L.; ZYGOYIANNIS, D.** 2002. Eating quality of lamb meat effects of breed, sex, degree of maturity and nutritional management. *Meat Sci.* 60: 379-387.

- **ASENJO, B.** 1999. Efecto de la raza y de la alimentación en los parámetros productivos y de calidad de canal y de carne en añajos de razas Charoles y Serrana Soriana. Tesis Doctoral, Valladolid, España, Universidad de Valladolid. pp 146-147.

- **ASENJO, B.; MIGUEL, J. A.; CIRIA, J.; CALVO, J. L.** 2005. Factores que influyen en la calidad de la carne. In: Cañeque, V.; Sañudo, C. Estandarización de metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. INIA. Madrid, España. pp 36-46.

- **AUROUSSEAU, B.; BAUCHART D.; FAURE X.; GALOT A.L.; PRACHE, S.; MICOL, D.; PRIOLO, A.** 2007. Indoor fattening of lambs raised on pasture: Influence of stall finishing duration on lipid classes and fatty acids in the *Longissimus thoracis* muscle. *Meat Sci.* 76: 241-252.

- **AZBAR, N.** 2004. A review of waste management options in olive oil production. *Critical Reviews. Environ. Sci. Technol.* 34: 209-247.

- **BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A.** 2000. Fatty acid composition of goat muscles on fat depots: a review. *Small Ruminant Research* 37: 255-268.

- **BAS, P.; MORAND-FEHR, P.** 2000. Effect of nutritional factors on fatty composition of lamb fat deposits. *Liv. Prod. Sci.* 64: 61-79.

- **BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A.; GRIINARI, J.M.** 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proceedings of the American Society of Animal Science.* [En línea] <

<http://www.asas.org/symposia/9899proc/0937.pdf> > [consulta: 25 de Octubre de 2008]).

- **BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L.; TISSERAND, J.L.** 2000. Deactivation of condensed tannins in *Acacia cyanophylla* Lindl. Foliage by polyethylene glycol in feed blocks. Effect on feed intake, diet digestibility, nitrogen balance, microbial synthesis and growth by sheep. *Livest. Prod. Sci.* 64: 51-60.

- **BERIAIN, M.J.; SARRIES, M.V.; INDURAIN, G.; INSAUSTI, K.** 2005. Análisis de la composición en ácidos grasos de la grasa animal. In: Cañeque, V.; Sañudo, C. Estandarización de metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. INIA. Madrid, España. pp. 282-289.

- **BIANCHI, G.; BETANCUR, O.; SAÑUDO, C.** 2004. Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de corderos pesados. *Agrociencia.* 8: 41-50.

- **BIANCHI, G.; GARIBOTTO, G.; BETANCUR, O.; FORICHI, S.; BALLESTEROS, F.; NAN, F.; FRANCO, J.; FEED, O.** 2006a. Confinamiento de corderos de diferente genotipo y peso vivo: efecto sobre las características de la canal y la carne. *Agrociencia.* 10: 15 -22.

- **BIANCHI, G.; GARIBOTTO G.; FEED, O.; BETANCUR, O.; FRANCO, J.** 2006b. Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. *Arch. Med. Vet.* 38: 161-165.

- **BOLTE, M.R.; HESS, B.W.; MEANS, W.J.; MOSS, G.E.; RULE D.C.** 2002. Feeding lambs higholeate or high-linoleate safflower seeds differentially influences carcass fatty acid composition. *J. Anim. Sci.* 80: 609-616.

- **BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R.** 1971. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *J. Food Sci.* 36: 435-439.

- **BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; MACFARLANE, J.J.; SHORTHOSE, W.R.** 1982. Influence of pH on the Warner-Bratzler sheara Properties of Mutton. Meat Sci. 6: 27-36.

- **BREEDS OF LIVESTOCK.** 1997. Suffolk. [En línea]. < <http://www.ansi.okstate.edu/breeds/sheep/> > [consulta: 06 de mayo de 2008].

- **BUSBOOM J.R.; MILLER, G.J.; FIELD, R.A.; CROUSE J.D.; RILEY, M.L.; NELMS, G.E.; FERRELL, C.L.** 1981. Characteristics of fat from heavy ram and wether lambs. J. Anim. Sci. 52: 83–92.

- **CABRERA, F.; MADEJÓN, E.; ROMERO, S.A.; LÓPEZ, R.** 2002. Diagnóstico y estudio de alpechines, orujos y alpeorujos. Jornadas de investigación y transferencia tecnológica del sector agrícola. pp 95-199 (Citado por Aranda, E. 2006. Fraccionamiento físico del alperujo como base para desarrollar una estrategia biológica con hongos saprobios y arbusculares para la eliminación de su toxicidad. Tesis Doctoral, Granada, España, Universidad de Granada. pp 14-16).

- **CAMPO, M.** 2005. Consumidores. In: Cañeque, V.; Sañudo, C .Estandarización de metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en rumiantes. INIA. Madrid, España. pp 409-413.

- **CAMPO, M.; BRITO, G.; SOARES DE LIMA, J.M.; VAZ MARTINS, D.; SAÑUDO, C.; SAN JULIÁN, P.; HERNÁNDEZ, P; MONTOSI, F.** 2008. Effects of feeding strategies including different proportion of pasture and concentrate, on carcass and meat quality traits in Uruguayan steers. Meat Sci. 80: 753-760.

- **CAÑEQUE V, SAÑUDO. C.** 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA: Serie Ganadera. N° 3-2005. INIA, Madrid, España, pp 409-422.

- **CARRASCO, S.; JOY, M.; ALBERTÍ, P.; RIPOLL, G.; BLANCO, M.; PANEA, B.; CASASÚS, I.** 2007. In: XII Jornadas de producción animal. Zaragoza, España. 16 y 17 de mayo de 2007. Asociación interprofesional para el desarrollo del agro. <<http://www.aida-itea.org/jornada38/trabajos.htm>>.

- **CHIOFALO, B.; LIOTTA, L.; ZUMBO, A.; CHIOFALO, V.** 2004. Administration of olive cake for ewe feeding : effect on milk yield and composition. Small Rumin. Res. 55: 169-176.

- **COLOMER-ROCHER, F.; FEHR, P.; KIRTON, H.; DELFA, R.; SIERRA, I.** 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. Cuadernos INIA España N° 17. pp. 11-32.

- **DE LA TORRE, A.; GRUFFAT, D.; DURAND, D.; MICOL, D.; PEYRON, A.; SCISLOWSKI, V.; BAUCHART, D.** 2006. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. Meat Sci. 73: 258-268.

- **DEMIREL, G.; OZPINAR, H.; NAZLI, B.; KESER, O.** 2006. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. Meat Sci. 72: 229-235.

- **DÍAZ, M.T.** 2001. Características de la canal y de la carne de corderos manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción. Memoria Doctor en Med. Veterinaria. Madrid, España. U. Complutense de Madrid. Fac. de Veterinaria. 308 p.

- **DÍAZ, M. T.; DE LA FUENTE, J.; LAUZURICA, S.; PÉREZ, C.; VELASCO, S.; ÁLVAREZ, I.; RUIZ DE HUIDOBRO, F.; ONEGA, E.; BLÁZQUEZ, B.; CAÑEQUE, V.** 2005. Use of carcass weight to classify Manchego suckling lambs and its relation to carcass and meat quality. Anim. Sci. 80: 61-69.

- **DRACKLEY, J.K.** 2007. Overview of fat digestion and metabolism in dairy cows. [En línea] < <http://www.thedairysite.com/articles/793/overview-of-fat-digestion-and-metabolism-in-dairy-cows> > [consulta: 25 de Octubre de 2008].

- **DOREAU, M.; FERLAY, A.**1994. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 45: 379-396.

- **DUCKETT, S.K.; ANDRAE, J.G.; OWENS, F.N.** 2002. Effect of high-oil corn or added corn oil on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J. Anim. Sci.* 80: 3353-3360.

- **ENGLE, T.E.; SPEARS, J.W.; FELLNER V.; ODLE J.** 2000. Effects of soybean oil and dietary copper on ruminal and tissue lipid metabolism in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 78: 2713-2721.

- **ENSER, M.; WOOD, J.D.** 1993. Effect of time of year on fatty acid composition and melting point of UK lamb. *Proceedings of the 39th International Congress of Meat Science and Technology 2 (1993)*, p. 74.

- **ENSER, M.** 1984. The chemistry, biochemistry and nutritional importance of animal fats. In: J. Wiseman, Editor, *Fats in animal nutrition*, Butterworths, London (1984), pp. 23–51.

- **ENSER, M.; HALLET K.G.; HEWETT B.; FURSEY G.A.J.; WOOD J.D.; 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.* 49: 329-34.

- **FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.** 1985. Los subproductos del olivar en la alimentación animal en la cuenca del Mediterráneo. [En línea]

<<http://www.fao.org/DOCREP/004/X6545S/X6545S00.HTM> > [consulta: 25 de Octubre de 2008].

- **FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.** 1994. Experts' recommendations on fats and oils in human nutrition. [En línea] <<http://www.fao.org/docrep/t4660t/t4660t02.htm>> [consulta: 13 de enero de 2009].

- **FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.** 2007. Perspectivas alimentarias: análisis de los mercados mundiales. [En línea] <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ah876s/ah876s00.pdf> > [consulta: 05 de Mayo de 2008].

- **FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.** 2008. Perspectivas alimentarias: análisis de los mercados mundiales. [En línea] <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/ai474s/ai474s00.pdf>> [consulta: 13 de Enero de 2009].

- **FAOSTAT, BASE DE DATOS ESTADÍSTICOS DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.** 2008. Statistic data base. [En línea] < <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>> [consulta: 08 de Junio de 2008].

- **FEDELI, E.; CAMURATI, F.** 1981 Valorisation des margines et des grignons épuisés par récupération de quelques composants. Séminaire International sur la valorisation des sous-produits de l'olivier PNUD/FAO/COI. Monastir, Túnez, diciembre 1981 (Citado por FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. 1985. Los subproductos del olivar en la alimentación animal en la cuenca del Mediterráneo. [En línea]

<<http://www.fao.org/DOCREP/004/X6545S/X6545S00.HTM> > [consulta: 25 de Octubre de 2008]).

- **FISHER, A.V.; ENSER, M.; RICHARDSON, R.I.; WOOD, J.D.; NUTE, G.R.; KURT, E.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G.** 2000. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed×production systems. *Meat Sci.* 55:141–147.

- **GARIBOTTO, G.; BIANCHI, G.; FRANCO, J.; BETANCUR, O.; PERRIER, J.; GONZÁLES, J.** 2003. Efecto del sexo y del largo de la lactancia sobre el crecimiento, características de la canal y textura de la carne de corderos Corriedale sacrificados a los 5 meses de edad. *Agrociencia.* 7: 19-29.

- **GIVENS, D.I.; KLIEM, K.E.; GIBBS, R.A.** 2006. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Sci.* 74: 209-218.

- **HADJIPANAYIOTOU, M.** 1999. Feeding ensiled crude olive cake to lactating Chios ewes, Damascus goats and Friesian cows. *Livest. Prod. Sci.* 59: 61-66.

- **INE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA.** 2007. Estadísticas Agropecuarias, censo agropecuario 2007: resultados preliminares. [En línea] <<http://www.censoagropecuario.cl/noticias/07/11/files/12.xls> > [consulta: 09 de Junio de 2008].

- **INDURIAN, G.; INSAUSTI, K.; BERIAIAN, M.J.; SARRIÉS, V.** 2007. Análisis sensorial de tres tipos de carne de ovino por un panel de consumidores. **In:** XII Jornadas de producción animal. Zaragoza, España. 16 y 17 de mayo de 2007. Asociación interprofesional para el desarrollo del agro. <<http://www.aida-itea.org/jornada38/trabajos.htm>>.

- **INFOSTAT.** (2008). Infostat versión 2008. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- **JENKINS, T.C.** 1993. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 76: 3851-3863.

- **KALSCHEUR, K.F.; TETER, B.B.; PIPEROVA, L.S.; ERDMAN, R.A.** 1997. Effect of dietary forage concentration and buffer addition on duodenal flow of trans-C18:1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80: 2104-2114.

- **KASAPIDOU, E.; WOOD, J.D.; SINCLAIR, L.D.; WILKINSON, R.G.; ENSER, M.** 2001. Diet and vitamin E metabolism in lambs: effects of dietary supplementation on meat quality. *Proceedings of the 47th Congress of Meat Science and Technology 1.* pp. 42–43.

- **KEMP, J.D.; MAHYUDDIN, L.; ELY, D.J.; FOX, J.D.; 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.

- **KITESSA, S.M.; GULATI, S.K.; ASHES, J.R.; FLECK, E.; SCOTT, T.W.; NICHOLS, P.D.** 2001. Utilisation of fish oil in ruminants I. Fish oil metabolism in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 89: 189-199.

- **KRAMER, A.** 1976. Use of color measurement in quality control of foods. *Food Technol.* 62.

- **LARICK, D.K.; TURNER, B.E.** 1990. Head space volatiles and sensory characteristics of ground beef from forage- and grain fed heifers. *J. Food Sci.* 54: 649–654.

- **LEAT, W.M.F.** 1975. Fatty acid composition of adipose tissue of Jersey cattle during growth and development. *J. Agric. Sci. Technol.* 85: 551–558.

- **LIU, Q.; SCHELLER, K.K.; ARP, S.C.; SCHAEFER, D.M.; WILLIAMS, S.N.** 1996. Titration of fresh meat stability and malondialdehyde development with Holstein steers fed vitamin E-supplemented diets. *J. Anim. Sci.* 74: 117–126.

- **LOPEZ, M.; RUBIO, M.; VALDÉZ S. 2000.** Efecto del cruzamiento, sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos Pelibuey con Rambouillet y Suffolk. Veterinaria- México, N° 001. [En línea] <<http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol31-01/RVM31102.pdf>> [consulta: 28 de Octubre de 2008].

- **MADRON, M.S.; PETERSON, D.G.; DWYER, D.A.; CORL, B.A.; BAUMGARD, L.H.; BEERMAN, D.H.; BAUMAN, D.E. 2002.** Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular, and subcutaneous fat in beef steers. J. Anim. Sci. 80: 1135-1143.

- **MANSO, T.; CASTRO, T.; JIMENO, V.; DEL ALAMO, M.; MANTECÓN, A.R. 2007.** Utilización de aceite o semilla o semilla de girasol en la ración de corderos en crecimiento. Efecto sobre la composición de la grasa. **In:** XII Jornadas de producción animal. Zaragoza, España. 16 y 17 de mayo de 2007. Asociación interprofesional para el desarrollo del agro. <<http://www.aida-itea.org/jornada38/trabajos.htm>>.

- **MARDONES, E. 2000.** Efecto del peso de sacrificio y sexo sobre las características composición anatómica de la canal y calidad de carne de corderos lechales Suffolk Down. Memoria M.V., Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Santiago, Chile, pp 35-40.

- **MARTÍN GARCÍA, A. I.; MOUMEN, A.; YÁNEZ RUIZ, D. R.; MOLINA ALCAIDE, E. 2003.** Chemical composition and nutrients availability for goats and sheep of two-stage olive cake and olive leaves. Anim. Feed Sic. Technol. 107: 61-74.

- **MARTÍNEZ MARÍN, A.L. 2007.** Influencia de la nutrición sobre el contenido y tipo de ácidos grasos en la carne de los rumiantes. Arch. Zootec. 56: 45-66.

- **MOLINA-ALCAIDE, E.; YAÑEZ-RUIZ, D.** 2007. Potencial use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147: 247-264.

- **MORAND-FEHR, P.; TRAN, G.** 2001. La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. *INRA Prod. Anim.* 14: 285-302

- **MOTTRAM, D.S.**1998. Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chem.* 62: 415–424.

- **NEFZAQUI, A.** 1985. Lignocellulosic waster valorisation in ruminant feeding by alkali treatment. Application to olive cake. Ph.D. Thesis. Catholic University of Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium. (Citado por Molina-Alcaide, E.; Yáñez-Ruiz, D. 2007. Potencial use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147: 247-264)

- **NEFZAQUI, A.; VANBELLE, M.** 1986. Effects of feeding alkali-treated olive cake on intake, digestibility and rumen liquor parameters. *Anim. Sci. Technol.* 14 : 139-149.

- **NOVELO, R ; SCONAMIGLIOB, J ; BIANCHI, G ; FEED, O; BENTANCUR, O ; BENIA, P; STEFANELL, V.** 2008. Efecto de la temperatura de refrigeración sobre la calidad de la carne de novillos Holstein a lo largo de la maduración. *Téc. Pecu. Méx.* 46:137-145.

- **NUERNBERG, K.; FISCHER, A.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; DANNENBERGER, D.** 2008. Meat quality fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. *Small Rumin. Res.* 74: 279-283.

- **ODEPA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS.** 2007. Mercado de la carne ovina. [En línea]<

<https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScr?idcla=2&idcat=8&idn=2014> > [consulta: 08 de marzo de 2008].

- **ODEPA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS.** 2008a. Carne bovina: Tendencias de producción, precios y comercio exterior. 32 p.

- **ODEPA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS.** 2008b. Carne y lana de ovinos. [En línea] <<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2123.pdf>> [consulta: 26 de enero de 2009].

- **ODEPA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS.** 2008c, Mercado del aceite de oliva [En línea] <<https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScr?idcla=2&idcat=4&idn=2057>> [consulta: 08 de junio de 2008].

- **OECD-FAO, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.** 2007. Agricultural Outlook 2007-2016. [En línea] <<http://www.oecd.org/dataoecd/6/10/38893266.pdf>> [consulta: 24 de Octubre de 2008].

- **OLIETE, B.; MORENO, T.; CARBALLO J.A.; MONSERRAT, L.; SÁNCHEZ, L.** 2006. Estudio de la calidad de carne de ternera de raza Rubia Gallega a lo largo de la maduración al vacío. Arch. Zootec. 55: 3-14.

- **PANEA, B.; RIPIO, G.; DELFA, R.; CARRASCO, S.; LATORRE, M.; JOY, M.** 2007. Efecto del sistema de producción sobre la calidad sensorial de la carne de cordero medida mediante una prueba de consumidores. In: XXXII jornadas científicas y XI jornadas internacionales de ovinotecnia y caprinotecnia. Mallorca, España. 19-21 septiembre 2007. pp 65-68.

- **PAREDES, C.; CEGARRA, J.; ROIG, A.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A.; BERNAL, M.P.** 1999. Characterization of olive mill wastewater (alpechín) and its sludge for agricultural purposes. *Bioresour. Technol.* 67:111-115.

- **PEARSON, A.M.** 1966. Desirability of beef - its characteristics and their measurement. *J. Anim. Sci.* 25: 843-851.

- **PÉREZ, P.** 2003. Producción del cordero lechal: Características de los ovinos producidos en Chile. Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 52 p.

- **PÉREZ, P.; MAINO, M.; TOMIC, G.; KÖBRICH, C.; MORALES, M. S.; POKNIAK, J.** 2006. Calidad de carne de corderos lechales del cruce Suffolk Down X Merino Precoz Alemán: Efecto del peso de sacrificio y sexo. *Arch. Zootec.* 55: 171-182.

- **PÉREZ, P.; MAINO, M.; MORALES, M. S.; KÖBRICH, C.; BARDÓN, C.; POKNIAK, J.** 2007. Gender and slaughter weight effects on carcass quality traits of suckling lambs from four different genotypes. *Small Rumin. Res.* 70: 124-130.

- **PIPEROVA, L.S.; SAMPUGNA, J.; TETER, B.B.; KALSCHEUR, K.F.; YURAWECZ, M.P.; KU, Y.; MOREHOUSE, K.M.; ERMMAN, R.A.** 2002. Duodenal and milk trans octadecenoic acid and conjugated linoleic acid (CLA) isomers indicate that postabsorptive synthesis is the predominant source of cis-9-containing CLA in lactating dairy cows. *J. Nutr.* 132: 1235-1241.

- **PRIOLO, A.; MIKOL, D.; AGABAIEL, J.** 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour: a review. *Anim Res.* 50: 185–200.

- **PRIOLO, A.; BEN SALEM, H.; ATTI, N.; NEFZAQUI, A.** 2002. Polyethylene glycol in concentrate or feed blocks to deactivate condensed tannins in Acacia

cyanophylla Lindl. Foliage 2. Effects on meat quality of Barbarine lambs. Anim. Sci. 75: 137-140.

- **QIU, X.; EASTRIDGE, M.L.; FIRKINS, J.L.** 2004. Effects of substrate, passage rate, and pH in continuous culture on flows of conjugated linoleic acid and *trans* C18:1. J. Dairy Sci. 87: 3743-3479.

- **QUENAYA, J; YUTRONIC, H.** 2007. Contribución la desarrollo de carne de cordero como alimento funcional mediante el aprovechamiento de un subproducto contaminante de la industria olivícola. Tesis Título Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. pp 94-98.

- **REARTE, D.** 2001. Beef quality on grazing systems in temperate regions. Simposio internacional en producción animal y medio ambiente. Sociedad Chilena de Producción Animal. Pontificia Universidad Católica de Chile. pp 258-273.

- **RENERRE, M.** 2000. Oxidative processes and myoglobin. In: E. Deker, C. Faustman and C.J. Lopez-Bote, Editors, Antioxidants in muscle foods, John Wiley, New York, NY (2000), pp. 113–133.

- **REVILLA, I.; RODRIGUEZ, G.; ANA, V.** 2005. Evaluación de la influencia de la raza en la calidad sensorial de cordero lechal. AIDA, Zaragoza. ITEA 26 (II), pp 676-678.

- **RHODES, D.N.** 1979. Meat Flavour and consumer acceptability. In “Progress in Flavour Research”, ed. D.G. Land and H.E. Nursten. Applied Science Publishers. Ltd., London. pp 313 - 318.

- **RUIZ DE HUIDOBRO, F.; SANCHA, J.L.; LOPEZ, D.; CANTERO, M.A.; CAÑEQUE, V.; VELASCO, S.; MANZANARES, C.; GAYAN, J.; LAUZURICA, S.; PEREZ, C.** 1998. Características instrumentales y sensoriales de la carne de

corderos lechales de la raza Talaverana. Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim. 13: 21-29.

- **SAMPEDRO, M.** 2005. Disminución de la fitotoxicidad del alpeorajo seco y extractado por hongos saprobios y arbusculares. Tesis Doctoral, Granada, España, Universidad de Granada. pp 17-22.

- **SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, F.** 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. Liv. Prod. Sci. 77: 187-194.

- **SAÑUDO, C.; ENSER, M.; CAMPO, M.M.; NUTE, G.R.; MARIA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J.D.** 2000. Fatty acid composition and fatty acid characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. Meat Sci. 54: 339-346.

- **SAÑUDO, C.; MONSÓN, F.; CAMPO, M.M.; BELTRÁN, J.A.; BELLO, J.M.** 2005. Variación del pH en canales comerciales de cordero. ITEA. Vol. Extra N° 26. Tomo II. pp. 703-705.

- **SAUVANT, D.; BAS, P.** 2001. La digestion des lipides chez le ruminant. INRA Prod. Anim. 14: 303-310.

- **SCF, SCIENTIFIC COMMITTEE FOR FOOD.** 1993. Nutrient and energy intakes for the European Community. [En línea] <<http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out89.pdf>>. [Consulta: 18 de Diciembre de 2008].

- **SENC, SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN COMUNITARIA.** 2007. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. [En línea] <<http://www.nutricioncomunitaria.com/generica.jsp?tipo=docu&id=2>> [consulta: 25 Noviembre de 2008].

- **SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J.** 1979. Biométrica principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Bulnes Ediciones. Madrid, España. pp. 281- 318.

- **TANAKA, K.** 2005. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. *J. Anim. Sci.* 76: 291-303.

- **THERIEZ, M.; BOULE, G.** 1970. Nutritive value of cake. *Ann Zootech.* 19: 143-148 (Citado por Molina-Alcaide, E.; Yáñez-Ruiz, D. 2007. Potencial use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147: 247-264).

- **USDA, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE.** 2008. Oilseeds: World Market and Trade Archives: Full report 02 – 08. [En línea]<
<http://www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2008/February/Oilseeds0208.pdf> >
 [consulta: 08 de marzo de 2008].

- **VERGARA, H.; BERRUGA M.; GALLEGO, L.** 2007. Evolución de los parámetros de la calidad de carne de cordero de la raza Manchega conservada en vacío. XXVII Jornadas científicas y IV jornadas internacionales de ovinotecnia y caprinotecnia. In: XXXII jornadas científicas y XI jornadas internacionales de ovinotecnia y caprinotecnia. Mallorca, España. 19-21 septiembre 2007. pp 388-392.

- **WATANABE, A.; DALY, C.C.; DEVINE, C.E.** 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Sci.* 42; 67-78.

- **WONG, E.; NIXON, L.N.; JOHNSON, C.B.** 1975. Volatile medium chain fatty acids and mutton flavour. *J. Agric. Food Chem.* 23: 495–498.

- **WOOD, J.D.** 1984. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: J. Wiseman, Editor, *Fats in animal nutrition*, Butterworths, London (1984), pp. 407–435.

- **WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M.** 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 66: 21-32.

- **WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISCHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M.** 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 78: 343-358

- **YÁÑEZ RUIZ, D.R. ; MOLINA ALCAIDE, E.** 2007. A comparative study of nutrients utilisation, alkaline phosphatase activity and creatinine concentration in the serum of sheep and goats fed diets based on olive leavers. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, in press, doi: 10.1111/j.1439.0396.2007.00727.x.

- **YÁÑEZ RUIZ, D.R.; MOUMEN, A.; GARCÍA, A.I.; MOLINA ALCAIDE, E.** 2004. Ruminal fermentation and degradation patterns, protozoo population, and urinary purine derivatives excretion in goats y wethers fed diets based on two-stage olive cake: effect of PEG supply. *J. Anim. Sci.* 82: 2023-2032 (Citado por Molina-Alcaide, E.; Yáñez-Ruiz, D. 2007. Potencial use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147: 247-264)

- **YOUNG, O.A.; BERDAGUÉ, J.L.; VIALON, C.; ROUSSET-AKRIM, S.; THERIEZ, M.** 1997. Fat-borne volatiles and sheep meat odour. *Meat Sci.* 45: 183–200.

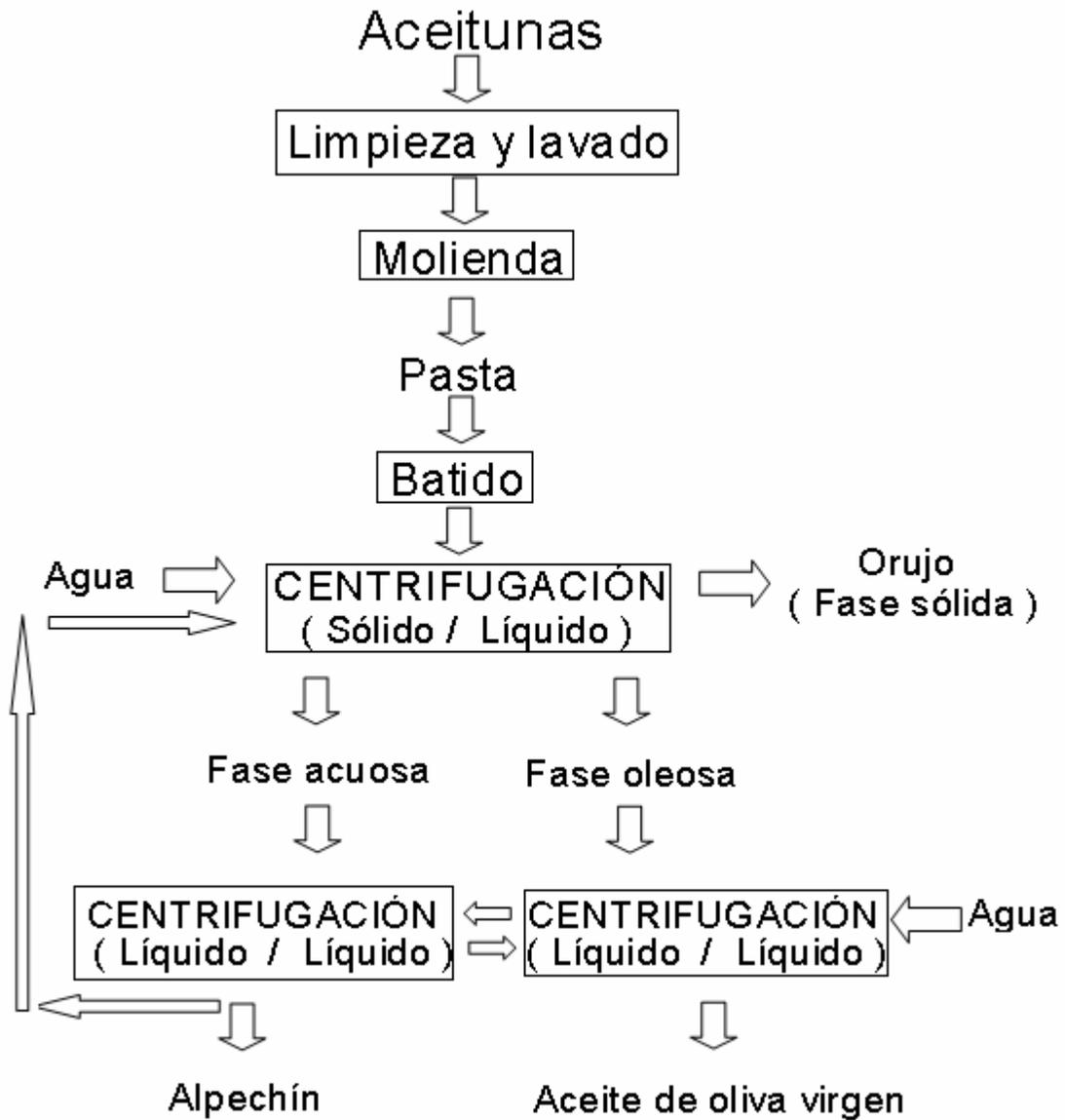
- **ZEA, J.; DÍAZ, M.D.; y CARBALLO, J.A.** 2007. Efecto de la raza, sexo y alimentación en la calidad de la canal de vacuno. *Arch. Zootec.* 56: 737-743.

- **ZOLOPOULOS, P.E.** 1983. Study on the use of olive by-products in animal feeding in Greece. Dirección de Producción y Salud Animal, FAO, Roma. (Citado por FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. 1985. Los subproductos del olivar en la alimentación animal en la cuenca del Mediterráneo. [En línea]

<<http://www.fao.org/DOCREP/004/X6545S/X6545S00.HTM> > [consulta: 25 de Octubre de 2008]).

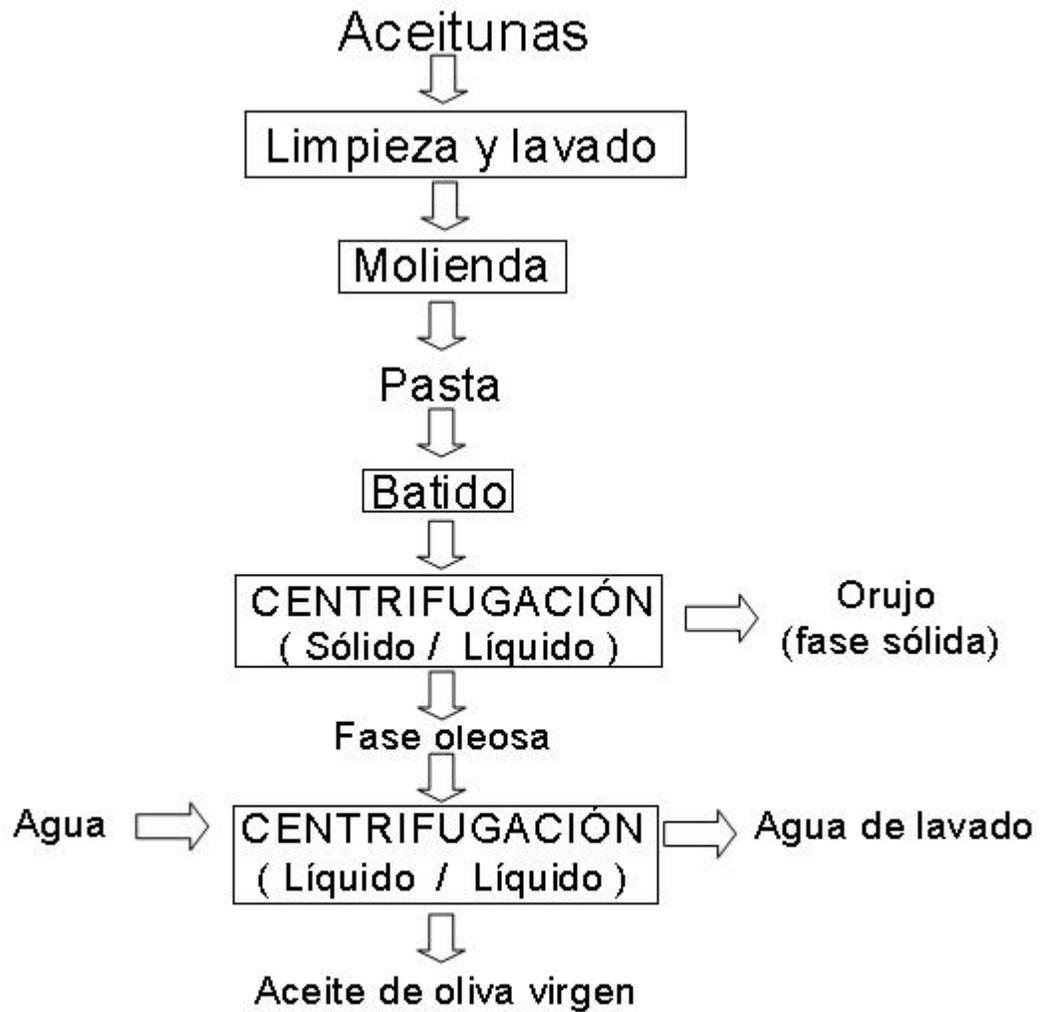
ANEXO 1

Extracción del aceite de oliva virgen por centrifugación en 3 fases



ANEXO 2

Extracción del aceite de oliva virgen por centrifugación en 2 fases



ANEXO 3

Composición de las dietas T_C, T_{A16}, T_{A32} y T_{A48}

Dieta T _C	MS		EM	PC	FND	Ca	P
Heno alfalfa	0,570	46,0%	1,043	0,076	0,315	0,007	0,001
Maíz grano	0,545	44,0%	1,679	0,044	0,101	0,000	0,002
Alperujo	0,000	0,0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Melaza	0,025	2,0%	0,065	0,001	0,000	0,003	0,000
Soya	0,100	8,1%	0,331	0,047	0,012	0,000	0,001
Bicarbonato	0,025						
Sales minerales	0,006						
	1,240		3,117	0,168	0,428	0,010	0,003

Dieta T _{A16}	MS		EM	PC	FND	Ca	P
Heno alfalfa	0,420	33,9%	0,769	0,056	0,232	0,005	0,001
Maíz grano	0,455	36,7%	1,401	0,037	0,085	0,000	0,001
Alperujo	0,210	16,9%	0,456	0,013	0,068	0,001	0,001
Melaza	0,025	2,0%	0,065	0,001	0,000	0,003	0,000
Afrecho Soya	0,130	10,5%	0,430	0,061	0,015	0,000	0,001
Bicarbonato	0,025						
Sales minerales	0,006						
	1,240		3,121	0,168	0,399	0,009	0,003

Dieta T _{A32}	MS		EM	PC	FND	Ca	P
Heno alfalfa	0,295	23,8%	0,540	0,039	0,163	0,004	0,000
Maíz grano	0,370	29,8%	1,140	0,030	0,069	0,000	0,001
Alperujo	0,400	32,3%	0,868	0,025	0,129	0,002	0,001
Melaza	0,025	2,0%	0,065	0,001	0,000	0,003	0,000
Afrecho Soya	0,150	12,1%	0,496	0,070	0,017	0,000	0,001
Bicarbonato	0,025						
Sales minerales	0,006						
	1,240		3,109	0,165	0,378	0,008	0,004

Dieta T _{A48}	MS		EM	PC	FND	Ca	P
Heno alfalfa	0,150	12,1%	0,275	0,020	0,083	0,002	0,000
Maíz grano	0,285	23,0%	0,878	0,023	0,053	0,000	0,001
Alperujo	0,600	48,4%	1,302	0,038	0,193	0,002	0,002
Melaza	0,025	2,0%	0,065	0,001	0,000	0,003	0,000
Afrecho Soya	0,180	14,5%	0,595	0,084	0,021	0,001	0,001
Bicarbonato	0,025						
Sales minerales	0,006						
	1,240		3,115	0,166	0,350	0,007	0,004

ANEXO 4

Encuesta hedónica contestada por los participantes del estudio de consumidores

Degustación de carne

Nombre:

Fecha:

Sesión:

Olor:

I _ I
Muy débil Muy pronunciado

Terneza:

I _ I
Muy duro Muy blando

Jugosidad:

I _ I
Muy seco Muy jugoso

Aroma 1 (olor + sabor):

I _ I
Muy débil Muy pronunciado

Aroma 2 (olor + sabor):

I _ I
Muy malo Muy agradable

Apreciación global:

I _ I
Muy mala Muy buena

Observaciones:

ANEXO 5

Detalle individual de las mediciones de principales características de la carne

TRATAMIENTO	pH 0	T° 0	pH 24	T° 24
T _P	6,54	15,7	5,69	14
T _P	6,58	16,9	5,45	14
T _P	6,43	16,9	5,48	14,2
T _P	6,46	15	5,57	15
T _P	6,72	20,5	5,49	13,7
T _P	6,65	15,6	5,52	14,1
T _P	6,57	14,5	5,48	14,2
T _P	6,48	15	5,43	14
T _C	6,41	20,9	5,4	13,2
T _C	5,86	17,9	5,49	13,7
T _C	6,01	18,3	5,46	17,9
T _C	6,3	23	5,52	14,1
T _C	6,26	17,5	5,52	12,3
T _C	5,9	17,7	5,51	13,7
T _C	6,7	22,5	5,57	18,4
T _C	5,58	19,8	5,6	13,3
T _{A16}	6	15,9	5,53	13,3
T _{A16}	6,04	18,1	5,72	13
T _{A16}	5,8	18,3	5,54	13,3
T _{A16}	6,18	17,6	5,51	18,7
T _{A16}	5,87	17,2	5,7	12,9
T _{A16}	6,52	17,2	5,47	13
T _{A16}	5,6	17,3	5,4	13,4
T _{A16}	5,75	16,8	5,46	12,1
T _{A32}	6,31	20,5	5,71	16,3
T _{A32}	6,58	20,4	5,47	14,4
T _{A32}	6,62	19,1	5,27	14,6
T _{A32}	6,1	21,4	5,55	17,3
T _{A32}	5,96	19,5	5,67	12,2
T _{A32}	6,15	19,6	5,46	12,8
T _{A32}	6,36	19,8	5,54	12,5
T _{A32}	6,58	20,1	5,43	13,1
T _{A48}	6,71	16,1	6,05	13,8
T _{A48}	6,84	17,3	5,61	14,7
T _{A48}	6,64	16,6	5,47	11,7
T _{A48}	6,82	15,4	5,79	13,8
T _{A48}	6,58	14,9	5,56	13,3
T _{A48}	6,87	16,1	5,45	13,8
T _{A48}	6,41	16,2	5,36	13,8
T _{A48}	6,78	14	5,73	15

ANEXO 6

Detalle individual de las mediciones de color de carne, grasa y consistencia de la grasa

TRATAMIENTO	Color Carne	Color Grasa	Consistencia Grasa
T _P	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _P	Rosa	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _P	Rosa	Blanco Nacarado	Aceitosa
T _P	Rosa	Blanco Cremoso	Blanda
T _P	Rosa	Blanco Nacarado	Aceitosa
T _P	Rosa	Blanco Cremoso	Blanda
T _P	Rosa	Blanco Nacarado	Blanda
T _P	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Blanda
T _C	Rosa	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _C	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _C	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _C	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _C	Rosa	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _C	Rosa Pálido	Blanco Nacarado	Blanda
T _C	Rosa Pálido	Blanco Nacarado	Aceitosa
T _C	Rosa Pálido	Blanco Nacarado	Blanda
T _{A16}	Rosa	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A16}	Rosa	Blanco Cremoso	Blanda
T _{A16}	Rosa Pálido	Blanco Nacarado	Aceitosa
T _{A16}	Rosa	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A16}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Blanda
T _{A16}	Rosa	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A16}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Blanda
T _{A16}	Rosa Pálido	Blanco Nacarado	Aceitosa
T _{A32}	Rosa	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A32}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A32}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Blanda
T _{A32}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A32}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A32}	Rosa	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A32}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A32}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A48}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A48}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A48}	Rosa Pálido	Blanco Nacarado	Aceitosa
T _{A48}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A48}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Blanda
T _{A48}	Rosa Pálido	Blanco Cremoso	Aceitosa
T _{A48}	Rosa	Blanco Nacarado	Aceitosa
T _{A48}	Rosa	Blanco Cremoso	Aceitosa

ANEXO 7
Detalle individual del perfil de ácidos grasos

TRATAMIENTO	Saturados	Monoinsaturados	Mirístico 14:0	Pentadecaenoico C15:0	Palmítico 16:0	Margárico 17:0	Miristoleico 14:1	Heptadecenoico C17:1	Oleico 18:1n9
T _P	52,89	41,09	6,46	0,89	23,50	2,09	0,53	1,31	36,86
T _P	61,09	32,82	8,60	1,07	27,68	1,59	0,66	0,69	29,52
T _P	59,80	34,51	8,96	1,27	25,20	1,73	0,83	0,70	30,35
T _P	57,03	38,13	6,72	1,24	28,20	1,84	0,69	0,93	33,68
T _P	55,73	38,44	8,23	0,98	26,35	1,67	0,64	0,93	34,14
T _P	55,08	38,46	7,79	1,08	26,36	1,67	0,54	1,08	34,47
T _P	55,49	38,86	6,14	0,98	24,91	2,04	0,58	1,07	34,67
T _P	58,45	37,56	9,00	1,02	26,29	1,38	0,65	0,76	33,55
T _C	48,31	47,33	3,83	1,20	24,92	2,94	0,53	1,98	41,61
T _C	48,68	46,07	3,68	0,84	22,35	2,39	0,41	1,33	41,70
T _C	51,35	43,96	3,76	0,56	25,43	1,69	0,32	0,98	40,43
T _C	54,20	41,31	3,50	0,58	24,94	1,98	0,24	0,86	38,56
T _C	51,94	43,54	4,57	0,87	26,27	2,26	0,42	1,18	39,59
T _C	50,19	43,59	5,51	0,71	24,39	1,61	0,48	0,97	39,46
T _C	53,32	41,85	3,47	0,71	23,71	2,25	0,66	2,29	37,80
T _C	52,88	41,35	5,72	0,77	24,85	1,54	0,47	0,92	37,47
T _{A16}	51,85	43,74	5,18	0,80	25,00	1,79	0,43	0,95	40,08
T _{A16}	50,40	44,89	3,46	0,62	23,04	1,48	0,31	0,73	41,79
T _{A16}	48,48	46,68	2,52	0,48	19,87	1,56	0,25	0,64	44,70
T _{A16}	54,75	40,34	8,62	0,89	25,48	1,30	0,61	0,72	36,37
T _{A16}	48,83	45,67	4,28	0,65	22,41	1,73	0,35	0,76	42,51
T _{A16}	47,49	47,85	3,60	1,01	23,31	2,44	0,46	1,65	43,04
T _{A16}	45,79	49,89	1,98	0,63	19,87	2,46	0,25	1,14	46,85
T _{A16}	51,35	43,92	3,76	0,58	21,71	1,42	0,31	0,61	41,10
T _{A32}	42,84	52,79	2,20	0,74	19,13	2,23	0,26	1,39	50,12
T _{A32}	49,37	47,02	3,15	0,55	21,44	1,25	0,31	0,45	44,48
T _{A32}	49,95	45,48	4,86	0,67	21,13	1,29	0,38	0,86	42,19
T _{A32}	48,99	46,78	4,28	0,68	22,72	1,51	0,39	0,73	43,71

T _{A32}	48,32	47,45	3,05	0,48	19,28	1,29	0,22	0,46	45,74
T _{A32}	42,15	53,18	3,28	0,56	19,11	1,46	0,30	0,89	49,80
T _{A32}	48,24	47,57	3,28	0,56	20,23	1,48	0,24	0,46	45,23
T _{A32}	47,91	47,61	3,97	0,66	20,97	1,45	0,30	0,72	44,70
T _{A48}	43,13	52,16	2,52	0,42	18,66	1,38	0,20	0,74	49,35
T _{A48}	44,44	51,61	2,22	0,48	19,61	1,35	0,18	0,53	49,32
T _{A48}	38,24	56,62	1,84	0,54	17,18	1,70	0,20	0,84	53,84
T _{A48}	45,55	49,77	3,33	0,48	20,92	1,32	0,22	0,47	47,37
T _{A48}	49,66	45,81	5,13	0,67	22,36	1,36	0,37	0,57	42,81
T _{A48}	44,57	51,36	2,51	0,47	19,32	1,22	0,22	0,51	49,00
T _{A48}	44,02	50,80	4,05	0,56	21,01	1,14	0,28	0,51	47,93
T _{A48}	49,77	46,03	3,12	0,62	21,12	1,81	0,24	0,61	43,57

ANEXO 8

Detalle individual de la razones de importancia nutricional

TRATAMIENTO	n-6/n-3	PUFA/SFA	TUFA/SFA	Valor nutritivo
T _P	1,88	0,076	0,853	2,33
T _P	1,92	0,058	0,595	1,80
T _P	1,79	0,071	0,648	2,01
T _P	1,38	0,048	0,717	1,81
T _P	1,84	0,064	0,754	1,90
T _P	3,29	0,084	0,782	1,92
T _P	1,97	0,057	0,758	2,19
T _P	1,67	0,041	0,683	1,96
T _C	4,56	0,048	1,028	2,23
T _C	4,32	0,064	1,010	2,66
T _C	4,22	0,053	0,909	2,32
T _C	4,46	0,048	0,810	2,42
T _C	3,67	0,050	0,888	2,15
T _C	1,69	0,090	0,958	2,26
T _C	5,24	0,051	0,836	2,53
T _C	4,21	0,071	0,853	2,23
T _{A16}	3,96	0,053	0,896	2,30
T _{A16}	5,98	0,060	0,951	2,71
T _{A16}	5,20	0,064	1,027	3,40
T _{A16}	3,21	0,055	0,792	2,03
T _{A16}	4,74	0,067	1,002	2,70
T _{A16}	4,78	0,050	1,057	2,51
T _{A16}	6,50	0,051	1,141	3,34
T _{A16}	4,95	0,054	0,909	2,92
T _{A32}	6,39	0,052	1,285	3,51
T _{A32}	4,89	0,045	0,998	3,08
T _{A32}	4,45	0,051	0,962	2,94
T _{A32}	5,40	0,043	0,998	2,71
T _{A32}	5,11	0,049	1,031	3,55
T _{A32}	4,47	0,063	1,324	3,46
T _{A32}	9,70	0,041	1,027	3,32
T _{A32}	5,13	0,056	1,049	3,06
T _{A48}	4,40	0,070	1,280	3,65
T _{A48}	6,29	0,046	1,207	3,51
T _{A48}	8,98	0,082	1,562	4,03
T _{A48}	5,62	0,068	1,161	3,12
T _{A48}	3,69	0,056	0,979	2,72
T _{A48}	6,66	0,057	1,209	3,56
T _{A48}	8,53	0,077	1,231	3,01
T _{A48}	4,92	0,048	0,973	3,10

ANEXO 9

Detalle individual de los resultados del estudio de consumidores

Tratamiento	Olor	Terneza	Jugosidad	Aroma 1	Aroma 2	Apreciación Global
T _P		9	10	9	9	9
T _P		7	9	9	9	9
T _P		5	10	10	5	10
T _P		1	10	6	2	10
T _P		1	10	8	2	9
T _P		2	9	5	3	8
T _P		4	7	6	4	8
T _P		3	9	6	3	5
T _P		7	10	8	8	9
T _P		5	9	8	6	8
T _P		6	9	9	7	9
T _P		9	10	9	6	8
T _P		5	10	10	10	7
T _P		2	8	9	8	8
T _P		5	9	8	5	5
T _P		5	7	7	7	7
T _P		6	9	8	7	6
T _P		5	8	9	6	6
T _P		3	10	5	7	3
T _C		5	10	8	5	5
T _C		2	10	5	9	4
T _C		7	9	7	7	7
T _C		5	10	9	5	5
T _C		5	9	9	6	5
T _C		8	9	6	10	9
T _C		6	8	4	5	4
T _C		7	9	8	7	10
T _C		7	9	5	7	8
T _C		5	9	7	7	7
T _C		5	9	8	8	8
T _C		7	6	6	6	6
T _C		6	8	6	7	7
T _C		6	8	6	6	6
T _C		6	8	6	7	7
T _C		1	10	7	2	10
T _C		1	10	6	1	10
T _C		1	10	7	3	8
T _C		2	9	5	2	7
T _{A16}		6	6	6	5	5
T _{A16}		4	5	4	5	6
T _{A16}		4	5	5	6	6
T _{A16}		5	5	5	5	6
T _{A16}		5	5	6	6	5
T _{A16}		5	5	5	6	6
T _{A16}		6	6	6	7	7
T _{A16}		6	9	9	7	7
T _{A16}		4	9	8	8	8

T _{A16}	8	9	8	8	8	9
T _{A16}	4	9	5	7	4	9
T _{A16}	4	9	9	10	8	9
T _{A16}	1	9	10	9	10	10
T _{A16}	2	10	10	2	10	10
T _{A16}	2	9	9	2	10	10
T _{A16}	1	10	10	3	9	9
T _{A16}	1	10	10	2	9	9
T _{A16}	2	10	9	2	9	10
T _{A16}	7	5	4	8	4	4
T _{A32}	10	10	9	7	10	8
T _{A32}	9	7	9	7	7	9
T _{A32}	10	10	8	8	10	9
T _{A32}	5	6	7	6	7	9
T _{A32}	5	8	8	8	8	8
T _{A32}	4	8	9	7	8	9
T _{A32}	7	8	8	6	8	8
T _{A32}	8	8	8	8	9	9
T _{A32}	7	5	4	5	7	4
T _{A32}	7	4	4	7	7	4
T _{A32}	7	4	5	5	7	4
T _{A32}	6	5	5	4	7	6
T _{A32}	7	4	4	5	7	5
T _{A32}	6	4	4	5	7	5
T _{A32}	3	8	5	9	6	9
T _{A32}	3	9	8	9	3	8
T _{A32}	2	9	8	9	2	10
T _{A32}	2	8	8	9	2	9
T _{A32}	2	10	10	10	1	10
T _{A48}	6	5	7	8	8	9
T _{A48}	3	10	10	9	2	10
T _{A48}	3	9	9	10	9	9
T _{A48}	2	9	10	9	9	10
T _{A48}	2	10	10	9	8	9
T _{A48}	3	10	9	10	9	9
T _{A48}	2	9	9	9	2	9
T _{A48}	4	5	5	5	5	6
T _{A48}	3	8	4	6	6	10
T _{A48}	4	5	3	5	5	7
T _{A48}	2	5	4	5	1	10
T _{A48}	5	7	5	6	7	7
T _{A48}	3	7	4	6	6	7
T _{A48}	2	10	5	5	8	10
T _{A48}	3	5	5	3	7	7
T _{A48}	4	7	3	8	7	8
T _{A48}	5	7	6	6	7	5
T _{A48}	3	9	5	8	5	10
T _{A48}	5	7	5	8	7	9