

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO*

**DETERMINACIÓN DEL ENGRASAMIENTO Y CONFORMACIÓN DE CANALES
CAPRINAS MEDIANTE ANÁLISIS DE IMAGEN**

presentado por

ALEX CIPRES TISCAR *(e)k*

aurkeztua

INGENIERO AGRONOMO
NEKAZARITZA INGENIARITZA

Octubre, 2012

AGRADECIMIENTOS

Durante la realización de este trabajo, he recibido la ayuda y/o colaboración de diferentes personas, sin las cuales no hubiese sido posible, y querría agradecerles su presencia. Por este motivo quiero dejar constancia de mi agradecimiento:

A Jose Antonio Mendizabal, tutor de este trabajo, por su dedicación, sus aportaciones y su apoyo y confianza durante esta realización.

A mi familia por apoyarme y estar a mi lado desde siempre, a pesar de la distancia que nos separa.

A los amigos y amigas por el apoyo moral y paciencia durante todo este tiempo, especialmente a mis compañeros de piso.

A los amigos de la universidad, por todas las horas que hemos pasado juntos, los buenos momentos, los días de estudio, por hacer que de estos dos años me quede un buen recuerdo.

A Antonio Purroy y al personal del matadero de Pamplona por su colaboración y ayuda.

A todos los que han aportado un granito de arena para hacer que todo esto tirase hacia delante, sinceramente, muchas gracias.

RESUMEN

España es el segundo país productor de ganado caprino de la UE, con un 21% del censo total. A pesar de ello, apenas existen distintivos o Marcas de Calidad para la canal y carne caprina.

Para clasificar y evaluar la conformación y el engrasamiento de las canales caprinas se utilizan patrones fotográficos de referencia. No obstante, en la actualidad, se están desarrollando nuevas técnicas de clasificación de canales como son la utilización de ultrasonidos, de NIRS, análisis de imagen... con objeto de aportar una mayor objetividad y precisión. Estas técnicas se han ido desarrollando fundamentalmente en ganado porcino y vacuno, sin que hasta el momento se haya estudiado en la especie caprina.

El presente trabajo ha tenido dos objetivos fundamentales: caracterizar las canales de cabrito de raza Malagueña mediante análisis de imagen, realizando determinaciones relacionadas con el engrasamiento y la conformación. Y estudiar la relación entre las medidas de color de la canal y las notas del engrasamiento para ver su posible validez como criterio de clasificación y poder ampliar el abanico de posibilidades a la hora de evaluar una canal de esta especie.

Para realizar este trabajo se han utilizado 79 cabritos de raza Malagueña, los cuales provenían de diferentes explotaciones de Málaga. De cada animal se obtuvieron fotografías de la cara lateral y dorsal de la canal. Dichas imágenes fueron digitalizadas y mediante el programa de análisis de imagen ``IMAGEJ`` se realizaron determinaciones relacionadas con el engrasamiento y la conformación de las canales.

Para definir la conformación de las canales se determinó la longitud, el perímetro, los espesores superior y inferior, el área y la compacidad de las mismas, además del peso de cada canal recogido en el matadero el día del sacrificio de los animales.

A cada canal se le asignó una nota de estado de engrasamiento según la escala definida por Colomer et al. (1987). Así mismo, mediante análisis de imagen, se

determinaron las coordenadas de color R (red), G (green), B (blue) y el nivel de gris medio de la canal.

Todos estos datos se analizaron estadísticamente mediante pruebas descriptivas para llevar a cabo el primer objetivo, caracterización de las canales, y mediante técnicas de regresión lineal simple y múltiple (Stepwise) se estudió la relación entre la nota de engrasamiento de la canal (según la escala de los patrones fotográficos) y los valores de coloración de la canal obtenidos mediante análisis de imagen. Para ello se utilizó el programa informático SPSS versión 19.

Los resultados obtenidos han permitido caracterizar al cabrito de la raza Malagueña como un animal con un estado de engrasamiento medio y un peso de su canal algo superior a los 5 kilogramos.

En cuanto al segundo objetivo, relacionar la nota de engrasamiento con los parámetros de color de la canal, se observa que aunque las regresiones son estadísticamente significativas los valores de los coeficientes de determinación no son muy elevados (comprendidos entre 0.16 y 0.22 a excepción del parámetro de color B que es inferior). Incluso cuando se realiza una regresión múltiple, del tipo stepwise, utilizando las 4 coordenadas de color como variables independientes, no se consigue explicar más que el 40% de la variación observada en el grado de engrasamiento de las canales.

En definitiva, podríamos señalar que este trabajo constituye un primer paso en el desarrollo de la aplicación de la técnica de análisis de imagen para la determinación de la calidad de las canales caprinas.

ÍNDICE

	Página
I – INTRODUCCIÓN.....	1
II – REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. – Producción caprina.....	3
2.1.1. – Situación y censos del sector caprino.....	3
2.1.2. – Sistemas de explotación caprinos.....	6
2.1.3. – Razas caprinas.....	9
2.2. – Raza Malagueña.....	15
2.2.1 – Situación actual.....	15
2.2.2. – Características morfológicas y productivas.....	16
2.3. – La canal caprina.....	17
2.3.1. – Clasificación de la canal caprina.....	19
2.3.2. – Características cualitativas de las canales caprinas.....	20
2.3.3. – Grados de engrasamiento para clasificar las canales caprinas...22	
2.3.4. – Conformación.....	23
2.4. – Técnica de análisis de imagen.....	25
2.4.1. – Introducción.....	25
2.4.2. – Aplicaciones del análisis de imagen.....	26
2.4.2.1. – Aplicaciones en la determinación de la calidad de la canal.....	27
III – OBJETIVOS.....	30
IV – MATERIAL Y MÉTODOS.....	31
4.1. – Material animal.....	31
4.2. – Sacrificio y toma de datos en matadero.....	32

4.3. – Medidas en la canal mediante análisis de imagen.....	32
4.3.1. – Medidas de color de la canal.....	33
4.3.2. – Medidas morfológicas de la canal.....	35
4.4. – Análisis estadístico.....	39
V – RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
5.1. – Caracterización de las canales.....	40
5.1.1. – Peso y estado de engrasamiento.....	40
5.1.2. – Medidas de conformación mediante análisis de imagen.....	42
5.1.3. – Medidas de color en la canal mediante análisis de imagen.....	43
5.2. – Relación entre las notas de engrasamiento y los parámetros de color de la canal.....	44
VI – CONCLUSIONES.....	49
VII – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
VIII – ANEXOS.....	55
Anexo I: Manual del programa de análisis de imagen ``IMAGEJ``	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Rebaño pastando en los Pirineos catalanes.....	8
Figura 2. Ejemplares caprinos en sistema intensivo.....	9
Figura 3. Rebaño de raza Alpina.....	11
Figura 4. Ejemplares de raza Saanen.....	13
Figura 5. Ejemplar de hembra Murciano – granadina. Fuente: ACRIMUR.....	14
Figura 6. Área de expansión de la raza Malagueña. Fuente: FEAGAS.....	15
Figura 7. Chivos de raza Malagueña. Fuente: AECCM.....	16
Figura 8. Esquema del despiece de la canal caprina (Colomer <i>et al</i> , 1987).....	18
Figura 9. Canal caprina.....	19
Figura 10. Clasificación de las canales según el grado de engrasamiento (Colomer-Rocher <i>et al</i> ,1987).....	22
Figura 11. Patrón fotográfico de los grados de conformación (USA) en canales caprinas. Ordenados de mayor a menor conformación (izquierda a derecha). Fuente: Ag Center.....	24
Figura 12. Chivos en la sala de espera del matadero.....	31
Figura 13. Grupo de doce canales tras el sacrificio.....	32
Figura 14. Ejemplo de análisis de nivel de gris.....	33
Figura 15. Ejemplo de análisis de RGB.....	34
Figura 16. Medidas reales del gancho.....	36 - 58
Figura 17. Canal lateral.....	37
Figura 18. Detalle del cuarto delantero.....	37
Figura 19. Detalle del cuarto trasero.....	37

Figura 20. Canal dorsal.....	38
Figura 21. Detalle de los cuartos delanteros.....	38
Figura 22. Detalle de los cuartos traseros.....	38
Figura 23. Relación entre nivel de gris y nota de engrasamiento.....	45
Figura 24. Relación entre nivel de rojo (R) y nota de engrasamiento.....	45
Figura 25. Relación entre nivel de verde (G) y nota de engrasamiento.....	46
Figura 26. Relación entre el nivel de azul (B) y nota de engrasamiento.....	46
Figura 27. Imágenes y menú principal del programa ImageJ.....	57
Figura 28. Cuadros de diálogo para fijar la escala.....	58
Figura 29. Barra de herramientas y contorno de la canal.....	60
Figura 30. Medida del nivel de gris, perímetro y área.....	60
Figura 31. Medición de los espesores superior e inferior de la canal.....	61
Figura 32. Medida de los parámetros de color.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Evolución del censo caprino. Fuente: MARM 2008-2011.....	4
Tabla 2. Relación entre la nota de engrasamiento de Colomer y la nota transformada.....	35
Tabla 3. Parámetros descriptivos del peso de las canales.....	40
Tabla 4. Parámetros descriptivos del estado de engrasamiento de las canales.....	41
Tabla 5. Medidas morfológicas relacionadas con la conformación de las canales en posición dorsal	42
Tabla 6. Medidas morfológicas relacionadas con la conformación de las canales en posición lateral	42
Tabla 7. Datos de engrasamiento de las canales en posición dorsal.....	44
Tabla 8. Valores de correlación (R) y coeficientes de determinación (R ²).....	47
Tabla 9. Valores de la regresión múltiple stepwise.....	48

I - INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La explotación zootécnica del ganado caprino ha sido una de las más extendidas del mundo entre las distintas culturas y sociedades. La capacidad de este ganado para sobrevivir en zonas montañosas, a temperaturas extremas y con escasa vegetación permite su presencia en los cinco continentes. Además existe un extenso catálogo de razas, que junto con lo anterior descrito, genera una importancia relevante de la producción de este rumiante en las economías familiares de zonas subdesarrolladas.

El sector caprino en España tiene considerable importancia social y medioambiental dada su presencia en zonas rurales desfavorecidas. La evolución habida en los últimos años nos muestra un sector dinámico, más especializado y tecnificado que hace diez o quince años (UPA, 2007).

Aún así, el mercado caprino en España tiene una importancia menor que la de otros rumiantes, tanto es así que no posee un sistema de clasificación de canales normalizado.

Las organizaciones comunes de mercado de vacuno, ovino y porcino obligan a contar con referencias fiables de precios a nivel comunitario. Para que esos precios sean equiparables son necesarios unos sistemas de clasificación de canales de animales con presentaciones tipificadas que, además, dotan a los sectores implicados de mayor transparencia en la comercialización.

Por lo tanto, a nivel europeo, existe el sistema de clasificación de canales SEUROP que se emplea en porcino, bovino y ovino (CE nº 1234/2007). Este sistema en bovino incluye una clasificación según la categoría, haciendo referencia a la edad del animal, una escala de clasificación de la conformación y otra para la clasificación de la capa de grasa de la canal. A diferencia de la clasificación de canales de bovino que es obligatoria en toda la Unión Europea, cada país puede optar por aplicar el modelo comunitario de clasificación de canales de ovino en su territorio o no. El modelo en España es doble, uno para canales mayores de 13 Kg, similar al bovino, se clasifica según la categoría del animal, seguida de la indicación de la conformación y

engrasamiento mediante las letras SEUROP y número del 1 al 5. En el caso de canales de peso inferior se permite una clasificación basada en el peso de la canal con tres categorías y una calidad (1ª o 2ª) que determina el color de la carne y el estado de engrasamiento. Por último, en porcino la clasificación SEUROP se centra en el porcentaje de magro de la canal (CE nº 1249/2008).

No obstante, como ya se ha comentado, en el ganado caprino no existe un sistema de clasificación normalizado. La clasificación de cada canal se indica mediante un sello o etiqueta normalizadas.

La clasificación descrita anteriormente es subjetiva, se basa únicamente en la inspección visual por parte de un clasificador. Por eso es fundamental tratar de estandarizar la actividad a fin de que distintos clasificadores clasifiquen igual.

Actualmente se pretende objetivizar la clasificación de canales desarrollando nuevos métodos de valoración. Por este motivo, se ha intentado automatizar los sistemas de clasificación de canales. Para ello se están desarrollando diferentes tecnologías basadas en la utilización de ultrasonidos, de NIRS, de análisis de imagen... El análisis de imagen es una tecnología que cada vez va adquiriendo más importancia. Esta tecnología permite medir distancias y áreas de una imagen digitalizada, por lo que puede ser empleada para mejorar la clasificación de las canales y para estimar su rendimiento carnicero. Para ello generalmente se ha utilizado la medida de distintas longitudes y áreas de una imagen de una canal, animal vivo o la superficie de corte de *longissimus dorsi*.

Las técnicas de procesado digital y las posibilidades de análisis de imágenes, así como la posibilidad de realizar medidas muy fiables directamente sobre las mismas, sin necesidad de un soporte de papel, han hecho que estas técnicas encontraran un amplio campo de aplicación en la investigación científica y en la industria, sobre todo en los procesos de control de calidad, producción y diseño.

Por ello, en el presente trabajo se pretende utilizar la tecnología del análisis de imagen para caracterizar y obtener una clasificación más precisa y objetiva de las canales caprinas.

II - REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II – REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Producción caprina

2.1.1. Situación y censos del sector caprino

En la actualidad la mayoría de la producción de carne caprina en España procede de rebaños lecheros, siendo un aspecto totalmente complementario respecto a la producción de leche (menos del 15 % de los ingresos totales por cabra). La demanda de carne se centra principalmente en cabritos lechales de no más de 8-9 kg de peso vivo y menos de mes y medio de edad.

Estas circunstancias han determinado el desplazamiento de los sistemas extensivos para carne tan frecuentes en nuestros montes hace algunas décadas. Las razas autóctonas en que se basaban estos sistemas, están hoy en peligro de extinción, ya que los chivos pesados que producían (de 12 a 35 kg de peso vivo) son mayoritariamente depreciados por el mercado, y sólo tienen alguna salida muy puntual en algunos mercados locales (CIHEAM, 2012).

Aún así, hay que destacar la gran importancia que posee este sector en el abastecimiento de carne a nivel mundial, ocasionando que amplios núcleos poblacionales en países en desarrollo dependan de esta especie entre otros, en la obtención de productos cárnicos para su alimentación. Más del 90% de la carne caprina producida en el mundo proviene de países en vías de desarrollo.

A nivel mundial, Asia es el continente en el que se produce más leche y más carne de caprino, 56% y 72% respectivamente. En Europa se produce casi el 18% de la producción mundial de leche y el 2,6% de la de carne a partir de sólo un 2,1% del censo, lo cual indica dos cosas: que la aptitud de los animales es básicamente lechera y que la productividad de las cabras es muy elevada.

La producción de leche de cabra en Europa en los últimos años está en torno a los 2.3 millones de tm. lo que supone el 19% de la producción mundial.

Destacan los 485.000 tm de Francia con solo 1 millón de animales, frente a los 460.000 tm. de Grecia con casi 6 millones de cabras. En España la producción es de unos 350.000 tm con unos 3 millones de animales, es decir el 15% de la producción europea.

En cuanto a la producción de carne hay que tener en cuenta que el mercado al que se dirige es aún muy limitado pero que, sin embargo, no para de crecer. Se puede estimar que la valorización de la carne sobre la producción total caprina es de un 20% aproximadamente, siendo bastante menor la producción de cuero (MARM 2009).

La mayor parte del ganado caprino de UE está ubicada principalmente en los países de la cuenca mediterránea. De modo que entre España, Francia, Grecia e Italia reúnen el 76,5% del censo, producen el 86% de la leche y el 81% de la carne de toda la Unión Europea. España es uno de los principales productores tanto de leche como de carne de cabra dentro de la UE. En el año 2006 según el MARM, el censo español de cabras era de 2.834.900 cabezas, que produjeron el 23,2% de la leche y el 12% de la carne de cabra de la UE-27.

En España el censo total de este ganado ha sufrido un pequeño descenso en el último año, a diferencia de años anteriores en los que el número de cabezas total se mantuvo constante (Tabla 1).

Ganado caprino	Resultados Encuesta caprino noviembre 11	Resultados Encuesta caprino noviembre 10	Resultados Encuesta caprino noviembre 09	Resultados Encuesta caprino diciembre 08
Total de animales caprino	2.692.898	2.903.779	2.933.782	2.959.329
Chivos	381.164	368.439	350.161	357.054
Sementales	88.699	88.355	91.288	95.747
Total hembras para vida	2.223.035	2.446.985	2.492.333	2.506.527
Hembras nunca cubiertas	131.983	219.165	216.700	241.654
Hembras cubiertas 1ª vez	248.653	191.820	215.538	230.707
Hembras paridas para ordeño	1.181.212	1.401.903	1.378.569	1.384.323
Hembras paridas para no ordeño	661.187	634.097	681.524	649.843

Tabla 1. Evolución del censo caprino. Fuente: MARM 2008-2011

Tal y como se aprecia en la tabla 1, se ha aumentado el número de chivos y el número de hembras paridas para no ordeño con lo que podemos pensar que esta producción se ha ido orientando hacia la producción cárnica en el último año.

Según el MARM 2011, Andalucía sigue siendo la Comunidad Autónoma con más efectivos, representando casi el 36% del censo, a pesar de sufrir un descenso del 10% en el último año. Le siguen en importancia, Castilla la Mancha con 15,41% del censo, Canarias y Extremadura, aunque todas estas Comunidades han visto disminuir el número de cabezas.

En 2011, se sacrificaron cerca de 1.450.000 animales en España que supusieron 11.150 toneladas (peso canal), alcanzando en el mes de diciembre su máximo porcentaje de sacrificio. Por último, en la clasificación de la cantidad de toneladas de carne obtenidas después del sacrificio en cada especie, el caprino se coloca por detrás del porcino, aves, vacuno... (No hay que olvidar que en España la producción de carne de ovino y caprino supone el 8% de la producción cárnica total), Concretamente, en la Unión Europea, la carne caprina tiene el 0,5% de todo el porcentaje cárnico (MARM, 2011).

El consumo de cabrito en España es muy escaso (0,5 kg/persona/año) aunque algo superior a la media de consumo europeo (0,2 kg/persona/año). Grecia es el país que lidera esta clasificación con un consumo de 4 kg/persona/año. Del mismo modo, Grecia es el mayor productor de esta carne seguido por España, con un 12% de la producción total europea.

Podemos afirmar que se trata de una carne de consumo estacional, donde la máxima aceptación y demanda se produce en navidades. La producción se ha ido adaptando a esta demanda, hasta el punto que los partos se programan para otoño con una finalidad meramente comercial. El objetivo es abastecer al mercado con animales lechales, los cuales nunca han llegado a comer pasto, lo que hace que la carne tenga una textura muy suave, un color muy claro y una ausencia del típico sabor a lana.

Actualmente la creciente preocupación por los problemas de salud relacionados con los contenidos de grasa y colesterol de las carnes vacuna, porcina y de pollo, la aparición de los casos de “vaca loca”, primero en Europa y luego en Norteamérica, y el

aumento de los precios de la carne han contribuido a lograr el reposicionamiento de la carne de cabra en cuanto a precio e interés por su consumo.

Esto se debe a que estamos hablando de un producto natural y con menor contenido de grasas saturadas que las demás carnes rojas. Esto ha motivado un aumento en el interés por su consumo en los países de mayor renta, donde la preocupación por la calidad nutricional es un tema cada vez más relevante.

Este sector ganadero tiene así mismo un importante papel en la vertebración del territorio, aprovechamiento de los recursos naturales y mantenimiento del tejido rural. El MARM es consciente del papel esencial que juega la cabaña nacional de ovino y caprino para asegurar la cohesión del tejido rural y la degradación de hábitats, entre otros, y ha emprendido una serie de medidas de promoción y puesta en valor del sector.

2.1.2. Sistemas de explotación caprinos

La ganadería caprina ha estado ligada tradicionalmente a zonas rurales poco productivas desde el punto de vista agrícola, dado que las cabras tienen una gran capacidad para el aprovechamiento de los pastos de escasa calidad. Esta característica ha hecho que el ganado caprino jugase un papel importante en el mantenimiento de zonas marginales y de la población asociada a ellas. Aún hoy en día, en España, el 86% de las cabras se encuentran en las llamadas áreas menos favorecidas (Rancourt et al., 2006), aunque los sistemas de explotación han cambiado sustancialmente.

Según el MAPA, en 2007 se estimaron que en España había unas 35.000 explotaciones caprinas. El estrato más frecuente de explotaciones eran las que disponían de un censo inferior a 10 cabras, representando el 25% de las explotaciones y el 1,32% del censo. Las explotaciones entre las 100 y las 499 cabras eran las que más censo sumaban, más del 50% de las cabras estaban ubicadas en el 20% de las explotaciones.

La producción de leche de cabra, muy concentrada en el sureste de la península, está también sometida a una profunda reforma, especialmente en el campo de la higiene y la seguridad alimentaria, cuyo objetivo es adaptarse a las nuevas exigencias del mercado, y por ende, de los consumidores.

Dentro de esta profunda reforma, el asociacionismo está jugando un papel muy importante, siendo en muchas zonas el catalizador del cambio.

En España, en base a las diferentes razas caprinas establecidas en condiciones ambientales muy diferentes, se presentan diversos sistemas de producción, desde los tradicionales, con rebaños de aptitud cárnica o mixta (carne y leche), hasta los sistemas más especializados en la producción de leche, con tecnología muy avanzada (UPA 2008).

A continuación se describen los tres tipos de sistemas productivos (cabraispana, 2012):

1. **Sistemas extensivos:** Los rebaños son meramente productores de carne, y se explotan en zonas de accesos difíciles y, por tanto, con imposibilidad para el transporte de la leche debido a las grandes distancias hasta los centros de comercialización de la leche. Pastorean en pastos marginales con predominio de arbustos de mala calidad (jarales).

Dichas zonas son los Pirineos y la Cordillera Cantábrica (sobre todo en zonas próximas a los Picos de Europa), Sierras de Segura y Alcaraz (zonas limítrofes entre las provincias de Jaén y Albacete) y Sierra Morena (zonas limítrofes entre la provincias de Córdoba y Badajoz).

Normalmente se da un parto al año, en la época en que existen mayores recursos alimenticios. Los cabritos se venden antes de los dos meses de edad.

Si se desea incrementar los ingresos de la explotación, tras la venta de los cabritos, se ordeñan un par de meses las cabras que han parido en primavera, siempre que sea un año de buenos pastos primaverales. La leche entonces se vende en los mercados locales o se fabrica un poco de queso artesanal. Se trata de rebaños de unas 150-200 cabezas.

La oferta alimentaria que vamos a encontrar en estas situaciones se va a caracterizar por su escasez productiva y nutricional, además de su estacionalidad, y va a estar constituida por pastos de montaña y brotes de arbustos y árboles.

El aporte de alimentos comprados (granos, tortas, henos, etc.) es una solución técnica que en la mayoría de los casos no cubre la producción obtenida en

estos sistemas, aunque sin duda es la ideal, siempre que además se racionalicen otros aspectos productivos.



Figura 1. Rebaño pastando en los Pirineos catalanes

2. Sistemas semi-extensivos; en estos sistemas se requiere de una mejor planificación que en el caso anterior, dado que se realiza un ordeño diario lo que obliga a un mayor control del rebaño. Suelen ser rebaños mixtos (leche-carne) con lactaciones de entre 5 y 6 meses, y de un tamaño superior al anterior sistema productivo, en torno a 300 cabezas.

La alimentación se obtiene del pastoreo principalmente y además se suplementa con otros productos (mezclas de granos, piensos compuestos, paja, salvados, etc.) para su consumo en pesebre. El cabrito supone un complemento económico a la explotación, ya que el ingreso principal es la venta de la leche. La leche se destina a la elaboración de quesos artesanales, de elaboración propia o a través de una cooperativa.

3. Sistemas intensivos: en estos sistemas, el ganado se encuentra estabulado con orientación exclusiva a la producción de leche donde los cabritos suelen ser

vendidos con pocos días o criados en lactancia artificial y suponen unos ingresos por venta del 5 al 15 % del total de ingresos de la explotación (según se vendan encalostrados o una vez finalizada la crianza). Hay que recordar, que los cabritos son considerados un producto marginal de las explotaciones y no son siempre bien vistos por los cabreros. La mayoría prefiere venderlos descalostrados o no, a criaderos que realizan lactancia artificial.

Las explotaciones tienen cierto grado de intensificación, y sus producciones oscilan entre 200 y 400 litros en lactaciones que duran entre 7 y 10 meses.



Figura 2. Ejemplares caprinos en sistema intensivo

2.1.3. Razas caprinas

Hasta hace diez o quince años, el sector caprino español se caracterizaba por poseer una deficiente estructura empresarial, estando integrado por una elevada proporción

de ganaderos con escasa formación, contando con limitados medios y equipamientos y con una difícil comercialización de sus productos (Mena et al., 2005).

Sin embargo, en la última década el sector ha evolucionado de forma muy rápida, produciéndose una mayor profesionalización y especialización hacia la producción de leche. Según Rancourt et al. (2006), el 73,5% de los rebaños de cabras en España son de orientación lechera.

Esta especialización ha venido acompañada por una intensificación del sistema productivo, debido a la introducción de razas foráneas (Saanen y Alpina), sobre todo en Castilla y León, o la sustitución de los rebaños de razas de aptitud cárnica (como la Blanca Serrana) por razas lecheras (como la Malagueña, la Murciano-Granadina o la Florida). Como ejemplo cabe citar la Sierra Norte de Sevilla, donde los ganaderos han pasado de tener rebaños caprinos mixtos con presencia de Blanca Serrana y que dependían de forma importante del pasto, a tener rebaños de cabras de raza Florida en régimen semiintensivo o intensivo

Actualmente en España, existen razas autóctonas de fomento, como pueden ser: la Murciano-Granadina, la Malagueña, y la Florida con censos de: 119.160, 26.475 y 20.390 ejemplares respectivamente (MARM, 2011). También están catalogadas así, las razas Palmera y Majorera pero sus censos son bastante inferiores a los anteriores. En cuanto a razas foráneas, en nuestro país existe importante presencia de razas europeas como la Saanen y la Alpina, ambas grandes productoras de leche.

A continuación se detalla una descripción de las razas con mayor número de efectivos de nuestro país:

Alpina: Raza originaria de los Alpes suizos criada en todas las zonas caprinas de Francia. Está extendida sobre todo en el valle medio del Loira y sus afluentes, en los valles del Saona y del Ródano y también en el departamento de Poitou Charentes. La Alpina es la raza más extendida en Francia con el 55% de las hembras sometidas a control lechero. A España llegó en la década de los 70, y la zona predominante del ámbito español es Castilla y León con un porcentaje de ejemplares muy elevado (73% del censo) según los datos del MARM (2010).

La cabra Alpina es una gran productora de leche, de tamaño mediano, rústica, que se adapta perfectamente tanto a la estabulación como al pastoreo o a la vida en la montaña. Los machos pesan entre 80 y 100 kg, y las hembras entre 60 y 80 kg. Se cría de forma intensiva y el producto principal es la leche que en su mayoría se destina a la producción de queso.

Presenta de una alta adaptación al ordeño mecánico. La ubre, bien conformada, libera la leche con gran facilidad de una sola vez, sin necesidad de apurado manual. Según Feagas (Federación Española de Ganado Selecto, 2010), en controles productivos cualitativos sobre un total de 4000 animales en 6 explotaciones situadas en las provincias de León y Zamora, sitúan a las cabras de raza Alpina en España en los siguientes parámetros: 626 litros de leche en 236 días de lactación con una tasa butírica del 3,7% y 3,36% de tasa proteica.

Los cabritos nacen con 4 y 5 kg, hembra y macho respectivamente. Tardan un mes en llegar a los 9,5 kg, peso ideal para su comercialización con un rendimiento en canal del 64%. La mayoría de las explotaciones realizan la cría de los cabritos mediante leche artificial.



Figura 3: Rebaño de raza Alpina.

Saanen: Esta raza de cabra lechera es originaria del Valle de Saanen, en Suiza, y a partir de 1893 se empezó a extender por todo el mundo y en la actualidad se considera una raza lechera por excelencia.

Los animales de esta raza son de color blanco o crema y tienen un pelaje corto y espeso, una piel fina y mucosas con tonalidades rosadas. Pueden tener a veces manchas negras en los ojos, las orejas, la nariz y en las mamas. Las orejas son medianas y erectas, con una ligera inclinación hacia delante. Su cabeza, en cambio, es grande, con presencia de pequeñas cuernos y barba en gran parte de los ejemplares, tanto en machos como en hembras.

Los animales tienen un gran desarrollo y rusticidad. Su tamaño varía según la zona donde ha sido criada, pero generalmente son animales altos y pesados. Las hembras tienen una altura de 75 a 85 cm. y un peso que va desde los 50 a los 70 kg. Los machos en cambio miden entre 85 y 90 cm y llegan a pesar unos 100 kg. Los cabritos recién nacidos pesan aproximadamente 3.5 kg. Las hembras tienen una prolificidad que ronda los 1,8 cabritos por parto y estos engordan con facilidad (Asociación nacional de criadores de ganado caprino, 2012).

Su cría se da mejor en climas templados o tirando a fríos ya que son sensibles al exceso de luz solar. El periodo de lactación de las Saanen es muy prolongado (290 días), llegando a un promedio de 4 a 6 litros diarios. Hacia el final de su vida productiva se contabiliza un total de 600 a 1000 litros de leche, con un promedio de 3,5% de materia grasa (Capritec, 2012).



Figura 4: Ejemplares de raza Saanen.

Murciano-Granadina: La raza Murciano-Granadina, recibe este nombre por las provincias que ocupó originariamente. Actualmente la mayoría de ejemplares en España, están repartidos principalmente por Cataluña, Valencia, Murcia, Andalucía, Castilla la Mancha e Islas Baleares (MARM, 2011).

Se trata de una raza con claro biotipo lechero, de capa negra o caoba uniforme. El peso de los machos oscila entre 50 y 70 kg. y el de las hembras entre 40 y 55. Cabeza de tamaño medio, triangular con expresión viva, orejas medianas y eréctiles. La ubre es voluminosa con una superficie de inserción amplia, pezones hacia delante y hacia fuera, piel fina. Las características destacables de la raza son su facilidad de ordeño, la nula estacionalidad reproductiva, la rusticidad y la amplia capacidad de pastoreo.

La aptitud de la raza es claramente lechera, produciendo leche con un elevado rendimiento quesero, donde las producciones medias en animales a partir de la segunda lactación son de 530 litros por lactación normalizada (210 días). Las medias de grasa y proteína son de 5,7% y 3,7% respectivamente según el ACRIMUR (Asociación Española de Criadores de la Cabra Murciano Granadina).

El elevado rendimiento quesero de la raza, añadido a su rusticidad y capacidad de aprovechamiento de subproductos agrícolas y de la industria agroalimentaria, hace

que sea totalmente competitiva con otras razas foráneas mucho más mejoradas. La producción cárnica no es el objetivo principal de esta raza, no obstante la calidad de la carne es nacionalmente reconocida. Generalmente los cabritos son sacrificados entre 25 a 40 días con un peso de 6-8 kg. y un rendimiento a la canal de 50-55%.

La cabra de raza Murciano-Granadina es una cabra poliéstrica casi continua, tiene un poco de estacionalidad pero con el efecto macho desaparece. Llega a la madurez sexual a los 7 meses de edad con un 70% de su peso vivo (28-30kg). La fertilidad es de un 90% con una prolificidad media al primer parto de 1,5 cabritos. A partir del segundo parto en adelante la prolificidad media es de 2 cabritos.

Según ACRIMUR (2010), las ventajas que ofrece esta raza derivadas de su comportamiento y fisiología reproductiva son: la posibilidad de concentrar paridera en la época del año que más convenga al ganadero, la posibilidad de mantener una producción estable y continuada durante los 12 meses del año y la prolificidad de la raza, que permite obtener una gran cantidad de animales, permitiendo elegir la reposición sin necesidad de introducir animales de fuera.

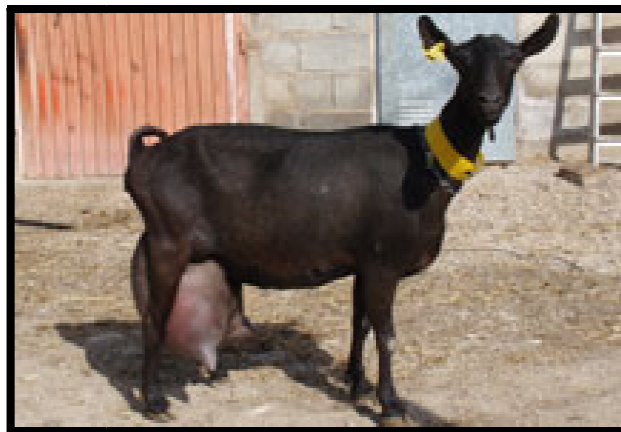


Figura 5: Ejemplar de hembra Murciano – granadina. Fuente: ACRIMUR.

2.2. Raza Malagueña

2.2.1. Situación actual

Originaria de la provincia de Málaga, de la cual toma el nombre, la raza Malagueña se puede considerar como el producto de la unión de dos tipos ancestrales: la cabra Pirenaica y el tronco africano, representado por la cabra Maltesa. Esta raza puede considerarse como una de las que mayor influencia ha tenido sobre el resto de razas y poblaciones caprinas peninsulares.

Es una raza autóctona declarada de fomento dentro del Catálogo Oficial de Razas de Ganado.

Según la AECCM (Asociación Española de Criadores de Cabra Malagueña) actualmente existe un censo de 300.000 cabezas de ganado aproximadamente, ya que existen muchos animales sin censar distribuidos por todo el país.



Figura 6. Área de expansión de la raza Malagueña. Fuente: FEAGAS

En la Figura 6 se aprecia el área de expansión de la raza, aunque su mayor población se encuentra en la provincia de Málaga con alrededor de 200.000 ejemplares.

2.2.2. Características morfológicas y productivas

Morfológicamente son animales con una capa uniforme de color rubio, con pequeñas variaciones, predominando el pelo corto. Las ubres en forma de bolsa presentan amplias inserciones, los pezones bien diferenciados están dirigidos hacia adelante y hacia fuera. Las extremidades son finas con articulaciones bien definidas. Los machos llegan a pesar entre 60 y 75 kilos y las hembras entre 45 y 60 kilos de peso vivo.

Esta raza tiene una notable aptitud lechera, la media de producción en los últimos 10 años calculada sobre más de 70.000 lactaciones controladas, es de una producción por lactación de 452 kg. de leche, con un 5% de grasa y 3.5% de proteína en unos 240 días de lactación, incluyendo primíparas y multíparas según la AECCM. Existen explotaciones con medias de hasta 280 días de lactación, 630 kg. de leche producida, 5,8% de grasa, 4,1% de proteína y más de 3 litros de media al día durante toda la lactación. Por lo tanto, queda claro porque dicha raza está catalogada como una de las razas más lecheras del mundo.

Presenta una tasa de fertilidad de las más altas de todas las razas, prácticamente estará todo el año en período fértil. Las hembras son poliéstricas permanentes, con valores medios de 1,95-2,1 cabritos por parto, que llegaran a los 8-9 kg. de peso en un mes de vida aproximadamente.



Figura 7: Chivos de raza Malagueña. Fuente: AECCM

La mayoría de las explotaciones se mantienen en un modelo de cría semi-extensivo con carácter de explotación familiar.

Aparte de la aptitud lechera, esta raza es explotada para la obtención del chivo lechal, un animal de 20-30 días y en torno a los 4-6 kg. de peso a la canal, alimentado con leche materna.

El Chivo Lechal Malagueño es la primera carne caprina española asociada a una marca de calidad (la cual posee ese mismo nombre), dicha carne es de un color rosa pálido, alto grado de ternura y jugosidad y con sabor suave. Estas características se deben a que se trata de un animal joven que exclusivamente ha ingerido leche.

Más del 90% del chivo producido en Málaga se traslada vivo a otras provincias (principalmente en el Levante español y Cataluña) alcanzando unos precios de mercado muy altos para una carne fresca (24 €/kg), cuando su precio en peso vivo a la salida de las explotaciones puede incluso rondar los 3 € en algunas épocas del año (AECCM, 2011).

Las características más importantes de la raza son: buena adaptación a los diferentes sistemas de explotación, elevada producción lechera y alta rusticidad.

2.3. La canal caprina

En primer lugar, se entiende por canal: el cuerpo entero del animal después de quitarle la piel, la cabeza (separada entre el occipital y la primera vértebra cervical), los pies y patas y todas las vísceras. Retiene la cola, el timo, los riñones, la grasa perirrenal y pélvica, y los testículos en los machos (BOE, 1985).

En el caso del cabrito lechal, se mantiene la cabeza y vísceras (hígado, corazón, bazo, pulmones y epiplón). Por este motivo, el rendimiento a la canal se expresa generalmente incluyendo estos órganos y descontando sólo la piel y los despojos

blancos (rumen, intestino, redcilla y librillo), obteniendo rendimientos del 60-65% en cabritos lechales de 6-10 kg de peso vivo. Si se considera exclusivamente la canal sin estos órganos los rendimientos son sólo de poco más del 50% (Delfa, 1993).

Los despojos rojos que se comercializan son más precoces que los blancos, que se desarrollan más tardíamente, y por eso representan una parte importante del cabrito comercializado.

En el despiece de la canal caprina se obtienen cinco regiones anatómicas (Figura 1):

- Espalda (1ª categoría) → I
- Pierna (extra) → II
- Costillar (extra) → III
- Bajos (2ª categoría) → IV
- Cuello (2ª categoría) → V

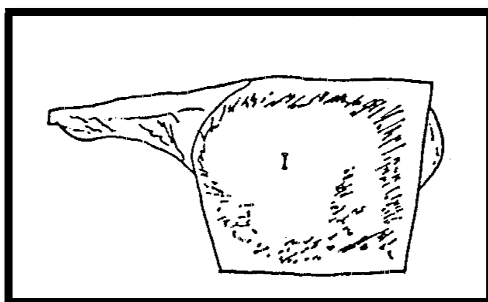
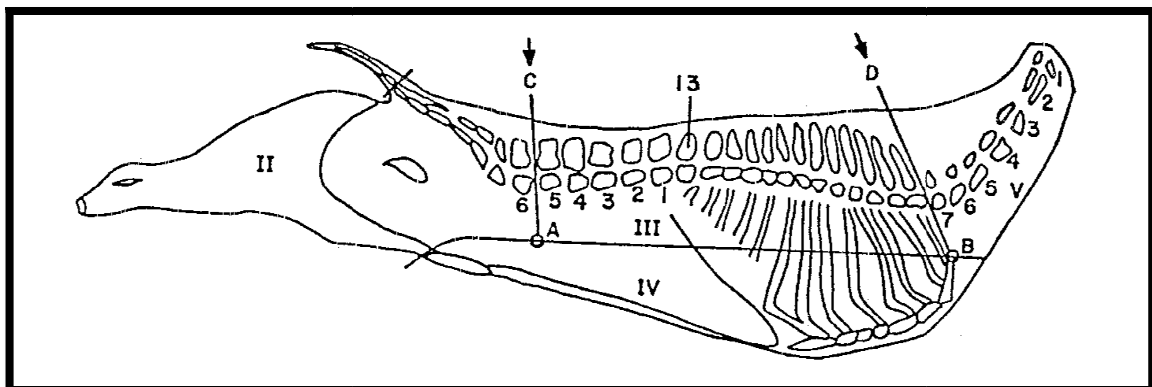


Figura 8. Esquema del despiece de la canal caprina (Colomer *et al*, 1987)

La carne de cabrito tiene en la actualidad un consumo mayoritario en hostelería, siendo especialmente valorada la pierna para el horno y el costillar (definido en la imagen por las líneas A-B, B-D y A-C) que generalmente se presenta dividido en

chuletas, 13 de palo y 5 de lomo, ya que las últimas vértebras lumbares van con la pierna. En referencia a los bajos y el cuello se utilizan para guisar principalmente.

Las piezas de categoría extra representan la mayoría de la canal, sobre el 60 %, y las de primera y segunda aproximadamente el 20 % cada una.

En cabritos lechales la mayoría de la grasa corresponde a grasa intracavitaria (perirrenal, pélvica y epiplóica de deposición más precoz).

En general, las canales del caprino son magras y longilíneas, con escasa conformación, y poca grasa de cobertura. Su composición tisular es alta en músculo y hueso y baja en grasa. En cuanto a la evolución tisular, el porcentaje de hueso disminuye a medida que la canal se hace más pesada, el del músculo apenas varía y la grasa aumenta.

2.3.1. Clasificación de la canal caprina

La especie caprina, dado su peculiar crecimiento y desarrollo, presenta canales de escasa cobertura grasa, factor que sumado a la temprana edad de sacrificio, contribuye a la complejidad a la hora de su clasificación y categorización.

Los criterios utilizados en la clasificación de las canales ovinas son inapropiados para la clasificación de las canales caprinas, dado que la principal característica del desarrollo de la especie caprina es originar canales muy magras, con predominio de las medidas longitudinales sobre las transversales.

Por lo tanto, a pesar de la ya comentada importancia económica de la producción caprina en muchos países, ninguno dispone de un sistema de clasificación de las canales de esta especie. Actualmente, los precios se establecen en



Figura 9: Canal caprina

base a varios caracteres cuantitativos y cualitativos, como son la conformación, el color de la grasa, color de la carne y la importancia de la grasa de cobertura. Esto es debido a que, para clarificar el mercado y facilitar las transacciones mercantiles, es necesario que los productos ofertados aparezcan clasificados, según niveles de calidad, en categorías o clases de acuerdo a una valoración basada en criterios homogéneos acordes a lo que el consumidor está dispuesto a pagar.

No existen estudios que establezcan las relaciones entre los resultados de la apreciación subjetiva de los caracteres de la canal y las medidas objetivas de estas características. (Morand Fehr, 1980).

2.3.2. Características cualitativas de las canales caprinas

Los caracteres evaluados en las canales caprinas son los siguientes:

a) Color del músculo o de la carne:

- Calificación 1: color del músculo claro
- Calificación 2: color del músculo rosado
- Calificación 3: color del músculo rojo

Se ha tomado como referencia de color de la carne, la del músculo *rectus abdominis*, debido a que puede ser representativo del contenido de mioglobina de un músculo esquelético normal. Dicho músculo está desprovisto de grasa externa por lo que no es necesario limpiar para observar su coloración.

b) Color de la grasa cobertura:

- Calificación 1: color de la grasa subcutánea blanca
- Calificación 2: color de la grasa subcutánea crema
- Calificación 3: color de la grada subcutánea amarilla

c) Grado de cobertura de grasa:

Se evaluará la cantidad de grasa que recubre los riñones y la cavidad pélvica mediante apreciación visual.

- Calificación 1: Poca. Riñones y cavidad pélvica cubiertos con fina capa de grasa.
- Calificación 2: Normal. Cantidad aparente de grasa en la zona pélvica pero no aparecen acúmulos grasos en forma de racimos.
- Calificación 3: Mucha. La cavidad pélvica presenta acúmulos de grasa en forma de racimos gruesos.

También tiene cierta importancia el manto de grasa epiplóica, que en ciertos mercados se extrae para cubrir y adornar la canal, lo que indica que el cabrito ha sido bien alimentado y por tanto, le confiere más valor.

d) Conformación:

La conformación es la forma general de la canal, su grado de redondez y de compacidad; entendiéndose por conformación el espesor de los planos musculares y adiposos con relación al tamaño del esqueleto (Boer et al., 1974). Se busca una riñonada amplia y llena, unas piernas gruesas y cortas y un cuello corto y ancho. En una canal bien conformada hay predominio de los perfiles convexos y de las medidas de anchura, dando la sensación de formas redondeadas y cortas (Colomer-Rocher, 1974). La conformación se puede evaluar a través de medidas de la canal o bien por apreciación visual mediante comparación con patrones fotográficos (Kempster et al., 1982).

Por último, también se pueden clasificar a los animales según su edad al sacrificio de la siguiente manera:

- Cabrito lechal (animal de menos de mes y medio)
- Chivo (animal de 1,5 a 6 meses)
- Caprino mayor (animal de más de 6 meses)

El hecho de clasificar según la edad está ligado a la terneza y suave sabor de la carne, cuanto más joven es el cabrito más valorado está actualmente.

2.3.3. Grados de engrasamiento para clasificar las canales caprinas

En el mercado de la carne, el grado de engrasamiento de la canal es evaluado mediante apreciación subjetiva. La importancia de la grasa subcutánea tiene una influencia en la elección que los compradores hacen en el escaparate de los supermercados.

La cantidad de la grasa subcutánea y su distribución uniforme en la superficie de la canal es de gran importancia para los compradores. La falta de grasa subcutánea en las canales caprinas, y especialmente en la de los cabritos, dificulta considerablemente la conservación de las canales por espacios largos de tiempo. La congelación de estas canales con escasa grasa cobertura presenta serios problemas debido a la deshidratación que sufren los músculos y a las quemaduras del mismo ocasionadas por las bajas temperaturas. Esto sucede a menos que las canales sean protegidas y recubiertas con sacos de plástico por ejemplo.

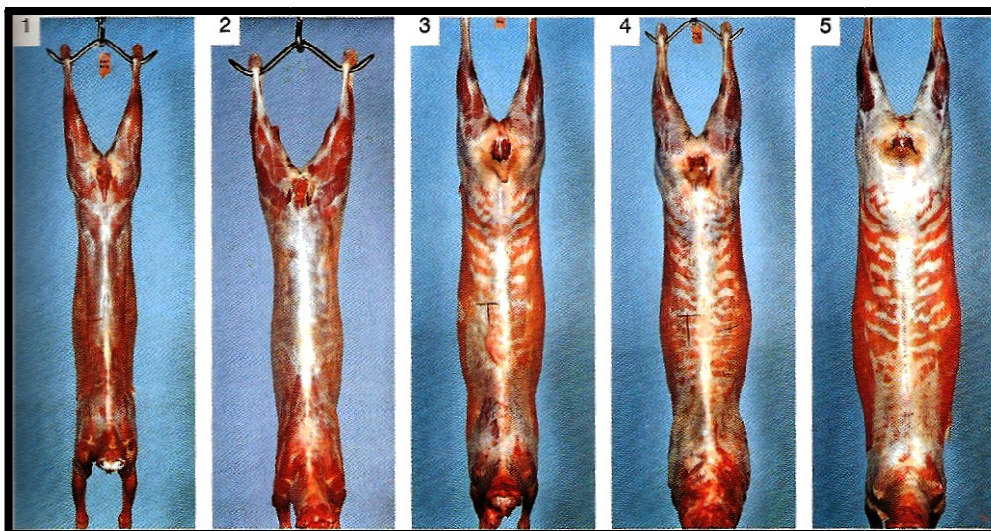


Figura 10. Clasificación de las canales según el grado de engrasamiento (Colomer-Rocher *et al*,1987)

Como muestra la figura 6, a pesar de poseer una cobertura pobre en grasa existe una clasificación según la presencia de la misma:

- Clase 1: Canal muy magra, sin o con muy poca presencia de grasa. Sin embargo, existe una fina veta de grasa entre los grupos musculares de la espalda.
- Clase 2: Canal magra, escasa presencia de grasa.
- Clase 3: Canal medianamente grasa. La totalidad de músculos a excepción de piernas y espalda, están recubiertos por una capa de grasa. Acúmulos de grasa visibles en la zona de la nuca y la cola.
- Clase 4: Canal grasa. Toda la musculatura superficial de la canal está recubierta con una espesa capa de grasa.
- Clase 5: Canal muy grasa. Cobertura de grasa muy desarrollada.

Esta clasificación es sencilla, práctica y uniforme, además su aplicación no altera las propiedades físicas de la canal.

2.3.4. Conformación

La conformación es un término utilizado para describir la forma de la canal y traducir la impresión visual que causa en el observador. La canal corta, ancha y compacta se considera bien conformada, por el contrario, las canales longilíneas son consideradas de conformación deficiente. Si el carácter conformación debe considerarse como criterio en los sistemas de clasificación de canales caprinas, deberá especificarse de forma objetiva este carácter, como por ejemplo, expresándolo por el cociente peso de canal / longitud de la canal. El empleo de patrones fotográficos de referencia que muestran los distintos grados de conformación, tal como los que se proponen para clasificar el estado de engrasamiento, serían un instrumento útil para la clasificación de las canales.

Aunque el carácter conformación ofrece poca información sobre la composición de la canal en el caso de los ovinos (Kempster, Cuthbertson y Harrington, 1982), y es

generalmente aceptado que las diferencias en la forma de las canales de cabra son pequeñas, las relaciones entre la conformación y la composición de la canal merecen investigarse en esta especie. En los ovinos y bovinos, la raza y la importancia de la grasa de cobertura o subcutánea son los factores que mayormente afectan la forma de la canal. Sin embargo, en las cabras la escasa y fina capa de grasa de cobertura sugiere que la conformación puede ser un indicador más valioso del contenido en carne de la canal que en las otras dos especies mencionadas.

Los estudios de conformación y sus relaciones con la composición serían necesarios cuando se evidenciasen diferencias de conformación entre canales caprinas de peso similar.

En la siguiente figura se aprecian los diferentes grados de conformación en la escala de clasificación americana, siguiendo de izquierda a derecha se clasifican de mayor a menor conformación.

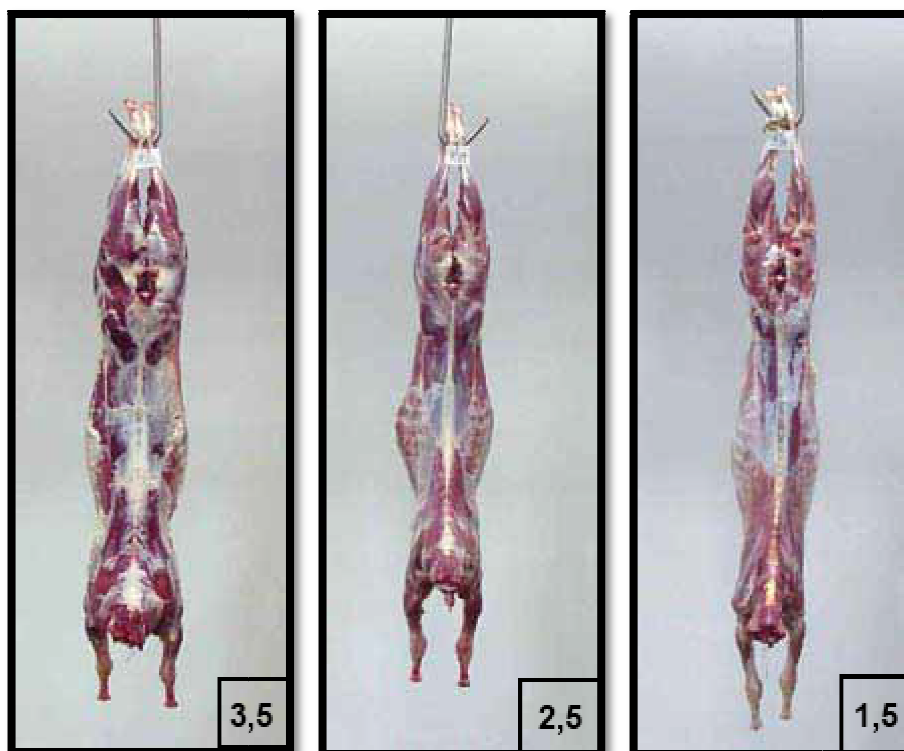


Figura 11. Patrón fotográfico de los grados de conformación (USA) en canales caprinas. Ordenados de mayor a menor conformación (izquierda a derecha). Fuente: Ag Center

La fotografía de la izquierda, la más conformada (puntuación 3,5), presenta un alto rendimiento de carne, una gran uniformidad en todo el cuerpo, y una pierna gruesa y musculada. La segunda imagen (puntuación 2,5), muestra una deficiencia de la profundidad de la pierna y falta de espesor del músculo en las áreas de la espalda y hombro. En definitiva, presenta una musculatura moderada a lo largo de la canal. Por último, la tercera imagen (puntuación 1,, presenta un menor rendimiento de carne magra en comparación con el peso corporal y el tamaño.

2.4. Técnica de análisis de imagen

2.4.1. Introducción

El análisis de imagen es una técnica que se basa en la adquisición y digitalización de una imagen captada mediante una toma de vídeo. La digitalización convierte la imagen grabada en una matriz de puntos, que son identificados en soporte informático en función de sus coordenadas, entre otras, de posición, de luminosidad y de color (Swatland 1990). De esta forma, en la imagen digitalizada, se podrán realizar múltiples mediciones de áreas, perímetros o longitudes, contajes de células o partículas, medidas de color, de densidad... Toda la información que proporciona la imagen permite numerosas aplicaciones dentro del campo de la Producción Animal (Van der Stuyft, 1991).

Así, la técnica de análisis de imagen se utiliza para determinar en el animal vivo su peso y el de la canal que se obtendrá de él, mediante la realización de medidas corporales (superficies y longitudes) que permitirán obtener coeficientes de determinación de 0,8-0,9 en las predicciones realizadas mediante este método. Asimismo, esta técnica en continuo desarrollo, mejora la precisión que se obtenía en la determinación de la conformación y de la composición tisular de la canal mediante los métodos clásicos (patrones fotográficos, clasificadores entrenados...) (Mendizabal, 2001).

En toda la imagen podemos percibir dos tipos de información. Por una parte, la información espacial, tal como la forma, el tamaño o la distribución de objetos y, por otro lado la espectral, que está relacionada con la intensidad con la que se reciben los 3 colores básicos (rojo, verde y azul) (Mendizabal, 2005).

2.4.2. Aplicaciones del análisis de imagen

Con respecto a la determinación de la calidad de la carne son varias las aplicaciones que permite la técnica de análisis de imagen. Así, la medida del grado de veteado de la carne por análisis de imagen se convierte en más objetiva que la obtenida por el método de los patrones fotográficos y mucho más rápida que mediante el método de extracción química de la grasa. También se utiliza esta técnica en la medida del color de la carne (coordenadas RGB) y en la determinación del tamaño y tipo de fibras musculares, factor este que está relacionado con la dureza de la carne (Mendizabal y Goñi, 2001).

Además de las aplicaciones del análisis de imagen sobre la medida del grado de veteado, del color y de la dureza, atributos fundamentales que definen la calidad de la carne, se han descrito también otras aplicaciones que contribuyen a un mayor conocimiento de la calidad de la carne. Así, Irie *et al.* (1996) describe las posibilidades de utilización de la técnica del análisis de imagen para la medida de la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne. Cuando ésta se mide por el método de la presión sobre papel de filtro (Grau y Ham, 1953) el análisis de imagen permite realizar de una forma rápida y exacta la medida de las áreas, tanto de la muestra como la de la mancha que produce en el papel de filtro el líquido exudado, evitando así la laboriosa operación de la planimetría.

Por último, en esta misma línea, el análisis de imagen se utiliza también para la medida del tamaño de las células grasas o adipocitos (Pallier *et al.*, 1985), habiéndose encontrado en nuestras razas rústicas españolas, tanto ovinas como bovinas, una estrecha relación entre el tamaño de los adipocitos y el grado de engrasamiento de la canal y de la carne de dichos animales (Soret *et al.*, 1998; Mendizábal *et al.*, 1999).

2.4.2.1. Aplicaciones en la determinación de la calidad de la canal

Las principales aplicaciones para determinar la calidad de la canal se basan en la predicción de la composición tisular de la canal, el cálculo del peso vivo del animal, la determinación de la conformación de la canal y la medida del color.

- Composición de la canal

Cross *et al.* (1983) fueron los primeros en utilizar la técnica del análisis de imagen en la predicción de la composición tisular de canales bovinas. Con la utilización de esta técnica consiguieron mejorar la precisión que se obtenía en la estimación de la composición tisular de la canal con medidas no instrumentales (escalas de color, conformación, veteado...). Con la utilización del análisis de imagen (medida del área del *longissimus dorsi*, área de grasa total, medida del espesor graso, medida del veteado) la predicción alcanzaba valores de $R^2 = 0.94$

- Peso vivo y peso canal

Schofield y Marchant (1990) idearon mediante la técnica de análisis de imagen un método para el cálculo del peso vivo de los animales, con objeto de obtener lotes uniformes de animales para su posterior sacrificio y comercialización. Además, con este método conseguían evitar el manejo de los animales durante la operación de pesaje, con el consiguiente estrés asociado a la pérdida de la calidad de la carne. En ganado porcino, estos autores obtuvieron que la predicción del peso vivo a partir del área corporal del animal (excluida la cabeza y el cuello), tomada dicha imagen desde un plano superior, venía a explicar un 83 % de la variabilidad del peso vivo.

En ganado vacuno, Basarab *et al.* (1997) consiguieron determinar con precisión el peso vivo de terneros en cebo mediante medidas realizadas por análisis de imagen (altura a la grupa, índice de desarrollo esquelético e índice de musculatura), con lo que obtuvieron en el momento del sacrificio lotes uniformes de terneros en peso vivo (variabilidad del 14,3 %). También Kuchida *et al.* (1994), mediante medidas realizadas por análisis de imagen sobre el animal vivo, trataron de caracterizar cuantitativamente

la canal, obteniendo valores de $R^2 = 0,93$ en la predicción del peso de la canal a partir de diferentes medidas corporales realizadas en el animal vivo.

- Conformación

Respecto a la conformación de la canal, Horgan *et al.* (1995) demostraron que la técnica de análisis de imagen permite obtener resultados más precisos que los obtenidos por los clasificadores de canales mediante la asignación de una nota de conformación.

Díaz *et al.* (1998) mediante el empleo de la técnica de análisis de imagen y mediante la tecnología de la inteligencia artificial fueron capaces de identificar los principales factores que utilizan los clasificadores para determinar la nota de conformación en el sistema europeo de clasificación de canales.

Allen y Finnerty (2000) comparando distintos prototipos de clasificadores de canales por análisis de imagen determinaron que estos eran más precisos estimando la nota de conformación que la nota de engrasamiento de canal.

- Medida del color

El color es uno de los atributos que más determinan la aceptabilidad de la carne en el momento de la compra por parte del consumidor (Cross *et al.*, 1986). Tradicionalmente, han sido los patrones fotográficos los que se han utilizado para la evaluación del color de la carne (Colomer, 1986; USDA, 1989). En la actualidad han surgido modernos sistemas de procesamiento del color para objetivizar su medida. El método de las coordenadas CIE L^* (luminosidad), a^* (índice de rojo) y b^* (índice de amarillo) determinadas mediante espectrofotómetro es posiblemente el más extendido para determinar el color de la carne (Renerre, 1982). El análisis de imagen mediante las coordenadas RGB (rojo, verde y azul) es también muy utilizado. Así, Gerrard *et al.* (1996) obtuvieron un valor de $R^2 = 0,86$ entre los valores de color obtenidos para carne comercial estadounidense por un panel de catadores (siguiendo los patrones de la Iowa State University, 1989) y los obtenidos mediante análisis de imagen con la medida de las coordenadas RGB.

Otra de las aplicaciones del análisis de imagen se centra en la medida de la superficie de metamioglobina de la carne. La medida de la concentración de la metamioglobina es un indicador de la intensidad de los procesos de oxidación de pigmentos de la carne, de forma que tasas altas de metamioglobina son las responsables de la aparición de zonas de coloración marrón en la superficie de la carne fresca. Los métodos utilizados para determinar dicha concentración son variados y complejos: el método de extracción de pigmentos (Chen y Trout, 1991; Demos y Mandigo, 1996) o el método de la proporción K/S (Kryzwicki, 1979). Sin embargo, Demos et al. (1996) proponen la utilización del análisis de imagen para la determinación de la superficie de mioglobina en la carne, ya que observaron que mediante la medida de los parámetros tono, brillo e intensidad podían explicar el 93 % de la variación de la superficie de metamioglobina de la carne, concluyendo que el análisis de imagen es un método rápido y objetivo de medida de dicho parámetro.

III - OBJETIVOS

III – OBJETIVOS

El presente trabajo ha tenido diversos objetivos:

El primer objetivo ha sido caracterizar las canales de cabrito de raza Malagueña mediante la técnica de análisis de imagen. Se llevaron a cabo diferentes determinaciones relacionadas con el engrasamiento y la conformación de las canales.

En segundo lugar, teniendo en cuenta que en el caso del engrasamiento existe el método de los patrones fotográficos (Colomer-Rocher *et al*, 1987), se ha querido estudiar su relación con las medidas de color de la canal y su posible aplicación como criterio complementario a la clasificación de las canales por patrones fotográficos.

De esta forma se pretende estudiar y valorar la posibilidad de ampliar el abanico de posibilidades en la clasificación de canales, y en un futuro, poder así sustituir o complementar el sistema de clasificación mediante patrones fotográficos o sistema SEUROP.

IV - MATERIAL Y MÉTODOS

IV – MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. – Material animal

Para la realización de este estudio se han utilizado 79 chivos que fueron sacrificados en el matadero de Pamplona (Navarra). Los animales provenían de varias explotaciones de Málaga, concretamente de Ronda, los cuales estaban dentro del libro genealógico de la raza, gestionado por la Asociación Española de Criadores de la Cabra Malagueña (A.E.C.C.M.). En la resolución del 1 de marzo de 1984, de la Dirección General de la Producción Agraria, se aprobó la Reglamentación Específica del Libro Genealógico para la raza caprina "malagueña"

Los cabritos fueron sacrificados con un mes de vida aproximadamente, habiendo sido alimentados básicamente con leche materna y algo de paja.



Figura 12. Chivos en la sala de espera del matadero.

4.2. – Sacrificio y toma de datos en matadero

El sacrificio de los animales tuvo lugar en diciembre, en vísperas de fechas navideñas. Una vez los animales fueron abandonando la sala de espera del matadero, el proceso de sacrificio empezó con el aturdimiento y degollado de los animales. Posteriormente, tras el desangrado, eviscerado y despellejado, las canales fueron grabadas mediante cámara de video.

Seguidamente las canales se pesaron de forma individual y fueron agrupadas de doce en doce, de tal forma que su manejo fuese más ágil. Por último, se realizó la asignación de la nota de engrasamiento de las canales utilizando la escala de Colomer (Figura 10).



Figura 13. Grupo de doce canales tras el sacrificio

4.3. – Medida de la canal mediante análisis de imagen

Mediante un programa de edición de videos (Reproductor de Windows media) se obtuvieron dos fotografías de cada canal, una lateral y otra dorsal.

Posteriormente se utilizó el programa de análisis de imagen ``IMAGEJ`` para realizar las medidas relacionadas con el engrasamiento y la conformación. Este programa de libre acceso, se dio a conocer en 1997 y actualmente constituye una herramienta muy interesante para el procesado de imágenes. Se elaboró un manual para la aplicación de este programa a la determinación de dichas medidas (Anexo 1).

4.3.1. – Medidas de color de la canal

Los parámetros de color determinados mediante análisis de imagen en la canal fueron los siguientes:

- Nivel de gris

Para la determinación del nivel de gris se procedió a delimitar el área de la canal a analizar, mediante una de las opciones facilitadas en el programa ``IMAGEJ``. Una vez seleccionada la zona a determinar, la canal entera, se procedió al análisis sabiendo que el valor de gris (luminosidad) oscila entre el 0 para el negro (zona oscura) y el 255 para el blanco (zona clara). Teniendo esto en cuenta, las zonas claras corresponderán con el tejido graso y las zonas más oscuras con el tejido muscular. Por ello, el nivel de gris o lo que es lo mismo, la relación claridad/oscuridad, pretende ser una estimación de la cantidad de grasa en cobertura del animal.

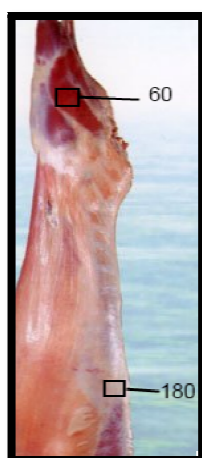


Figura 14. Ejemplo de análisis de nivel de gris

- Coordenadas RGB

El nivel de engrasamiento se relacionó con parámetros de color de las canales determinándose las tres coordenadas cromáticas de color; R (red-rojo), G (green-verde), B (blue-azul), de la misma manera que el nivel de gris medio de la canal.

De igual forma que con el nivel de gris, simplemente se activó la opción de análisis RGB en el programa IMAGEJ, a la hora de hacer el análisis de la imagen. El valor obtenido indicará la cantidad de luz cromática en la imagen seleccionada, habiendo 256 niveles posibles de intensidad de iluminación.

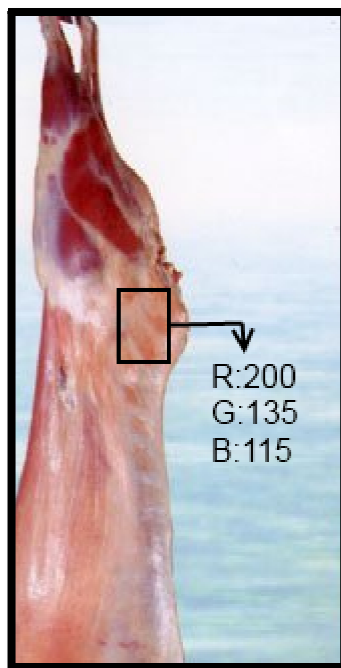


Figura 15. Ejemplo de análisis de RGB

Además se puso una nota de engrasamiento a cada canal siguiendo la escala de Colomer (figura 10). En la que se tuvo en cuenta la siguiente relación para asignar un número entero a la nota de engrasamiento:

Escala de Colomer	Escala transformada
1 -	1
1	2
1 +	3
2 -	4
2	5
2 +	6
3 -	7
3	8
3 +	9
4 -	10
4	11
4 +	12
5 -	13
5	14
5 +	15

Tabla 2. Relación entre la nota de engrasamiento de Colomer y la nota transformada

4.3.2. – Medidas morfológicas de la canal

De igual forma que en la determinación del nivel de gris, las medidas tomadas en las capturas digitales de cada canal, se realizaron con el programa ``IMAGEJ``. En dicho programa las unidades de medida eran pixels, por lo tanto se debió hacer una escala y convertir unidades a centímetros. Para ello se tomaron medidas del gancho en el cuál se colgaban las canales en el matadero, ya que todos los ganchos eran iguales en todas las imágenes captadas, para posteriormente medir el mismo gancho en el programa y proceder al cambio de unidades.

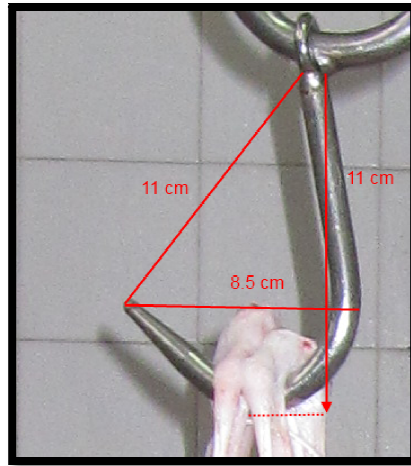


Figura 16. Medidas reales del gancho.

Una vez las unidades dispuestas en centímetros se seleccionó el contorno de la canal que se quería analizar y se activaron las opciones de cálculo de área y perímetro facilitadas por el programa.

Para seleccionar las medidas morfológicas se utilizaron como referencia los trabajos de De Boer *et al*, (1974) y de Olivier *et al* (2009).

En cuanto a la longitud y espesores de la canal, tanto superior como inferior, se trazaron líneas siguiendo las definiciones de cada medida desarrolladas anteriormente (apartados 4.3.2. y 4.3.3.), y se calculó la longitud de cada una de ellas.

Por último, la compacidad fue obtenida de la división entre la longitud (m) y el peso de la canal (kg).

Para definir la conformación de las canales se determinó la longitud y el área de las canales y la compacidad de las mismas. Todas estas medidas fueron descritas para vacuno en el trabajo de A. Oliver (2009), aunque en este trabajo no se han tenido en cuenta las más específicas del vacuno. A continuación se detallan las medidas determinadas en posición lateral (Figuras 17, 18, 19):

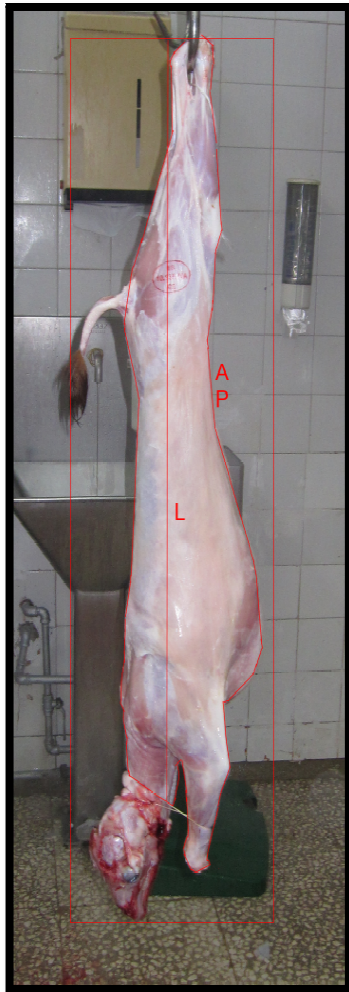


Figura 17. Canal lateral

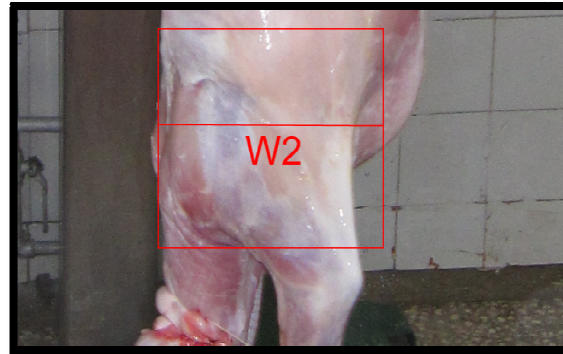


Figura 18. Detalle del cuarto delantero

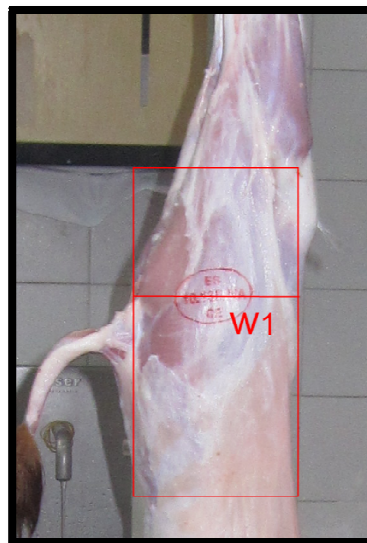


Figura 19. Detalle del cuarto trasero.

L: Longitud de la canal. Longitud de la línea vertical entre el músculo del cuello y el hueso del tarso.

A: Área de la canal

P: Perímetro de la canal

W1: Espesor o profundidad del cuarto trasero. Longitud de la línea horizontal entre el músculo sacrococcygeus y el extremo inferior del vasto externo

W2: Espesor o profundidad del cuarto delantero. Longitud de la línea horizontal entre el extremo inferior del pectoral superficial y el músculo romboides.

Del mismo modo que en la posición lateral, en la dorsal se han tomado las siguientes medidas (De Boer et al, 1974):

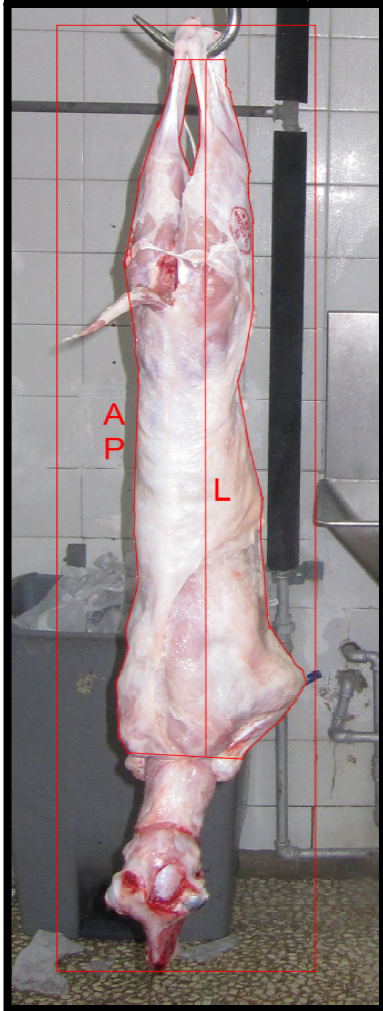


Figura 20. Canal dorsal



Figura 21. Detalle de los cuartos delanteros

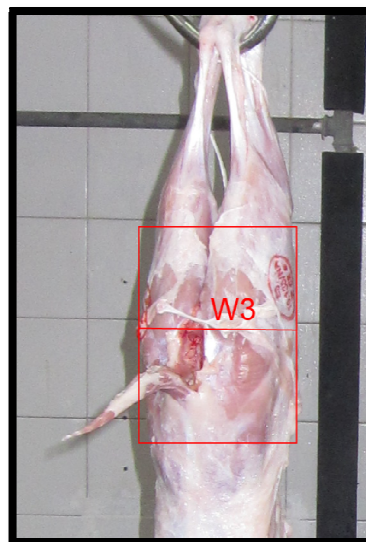


Figura 22. Detalle de los cuartos traseros

L: Longitud de la canal. Longitud de la línea vertical entre el músculo del cuello y el hueso del tarso.

A: Área de la canal

P: Perímetro de la canal

W3: Longitud de la línea horizontal entre los dos extremos del bíceps femoral y el músculo recto interno del muslo

W4: Longitud de la línea horizontal entre el final del tríceps braquial y la columna vertebral.

4.4. – Análisis estadístico

Para llevar a cabo el primer objetivo, caracterización de las canales, se ha realizado estadística descriptiva, obteniendo las medias de las medidas tomadas, los valores máximos y mínimos, el rango (diferencia entre máximo y mínimo), la desviación estándar y el coeficiente de variación (desviación estándar / media).

El segundo objetivo, estudiar la relación entre la nota de engrasamiento y las medidas de color de la canal (RGB y nivel de gris), se ha llevado a cabo con análisis de regresión.

Este análisis de regresión lineal se realizó con el modelo siguiente:

$$y = a + bx$$

donde: y: variable dependiente

 x: variable independiente

 a: punto de corte de la recta con eje de ordenadas

 b: pendiente de la recta

Todos los datos recogidos se analizaron estadísticamente mediante el paquete informático SPSS (versión 19).

V - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. – Caracterización de las canales

5.1.1. – Peso y estado de engrasamiento

- Peso de las canales:

La tabla 3 muestra que la media del peso de las canales analizadas es de 5,22 kilogramos, con un máximo de 7 y un mínimo de 3,5 kilogramos. Por último, se ha calculado la desviación estándar cuyo valor es de 0,76 kg y el coeficiente de variación próximo al 15%.

	MEDIA	Valor máx.	Valor mín.	Rango	Desv. Estand.	Coef.Variac.
Peso (kg)	5,22	7	3,5	3,5	0,76	14,58%

Tabla 3. Parámetros descriptivos del peso de las canales

En la zona europea del mediterráneo el mercado de carne de cabrito se centra en la demanda de animales de corta edad y por tanto de poco peso. Se busca mayor ternura y un color rosa pálido en la carne (ligado a la ingesta de leche), por ello no se aprecian animales de más de 8-10 kilos o más de mes y medio de vida. Alvarez, *et al* (2012), indican que animales con mayor peso, superando los 7 kilos en canal, poseen un color de la carne más rojo.

Se puede considerar que los animales de este trabajo presentan el peso canal típico (alrededor de 5 kg) correspondiente a cabritos lechales de un mes de edad procedentes de razas lecheras.

- Estado de engrasamiento

Teniendo en cuenta la relación comentada en la tabla 2, del apartado “Material y métodos”, en la tabla 4 se detalla la nota media del estado de engrasamiento de todas las canales analizadas, que fue de 5,65 que equivaldría casi a un /2 +/- en la escala de clasificación de Colomer. También se ha obtenido el valor máximo y mínimo y su diferencia (rango). Además, se ha calculado la desviación estándar y el coeficiente de variación, siendo este último del 18%.

	MEDIA	Valor máx.	Valor mín.	Rango	Desv. Estand.	Coef.Variac.
Nota engrasamiento (1 – 15)	5,65	10	4	6	1,02	18,00%

Tabla 4. Parámetros descriptivos del estado de engrasamiento de las canales

En este trabajo, los animales poseen un engrasamiento medio, como se ha comentado la media 2+, estaría justo en medio de la escala de Colomer. En este sentido, Papachristoforou, *et al* (2012), indican que los cabritos de la cabra de Damasco, autóctona de Chipre, aumentan la proporción de grasa conforme avanza su edad de sacrificio, de manera que se considera que alcanzan un estado de engrasamiento óptimo entre los 80 e 140 días de edad, con un peso en canal de 10,2 y 19,6 kg respectivamente y un contenido en grasa del 7,8 y 12,8% respectivamente.

Gonçalves, *et al* (2012), indican que el tejido adiposo crece con mayor lentitud en animales que no se han alimentado con piensos compuestos, es decir, sólo con pasto y leche materna.

Así pues, los cabritos de raza Malagueña analizados tienen un peso medio de la canal no muy elevado (5,22 kg) y un estado de engrasamiento medio, es decir, son canales ligeras con un adecuado recubrimiento graso de la canal, debido a la abundante ingestión de leche materna.

5.1.2. – Medidas de conformación mediante análisis de imagen

Se tomaron diferentes medidas mediante el programa "IMAGEJ" para determinar la conformación de las canales. En las tablas 5 y 6 se indican las determinaciones realizadas en las fotografías de las canales, en la posición dorsal y lateral, respectivamente.

DORSAL						
	Longitud (cm)	Perímetro (cm)	Compacidad (kg/m)	Espesor sup (cm)	Espesor inf (cm)	Área (cm ²)
MEDIA	58,03	164,44	8,14	9,05	9,97	509,74
Valor Máx.	67	191	11,13	11	12	616
Valor Mín.	51	141	6,66	7	8	387
Rango	16	50	4,47	4	4	229
Desv. Estand.	2,81	9,86	2,71	0,79	0,91	56,71
Coef. Variac.	4,84	6	33,32	8,70	9,14	11,12

Tabla 5. Medidas morfológicas relacionadas con la conformación de las canales en posición dorsal

LATERAL						
	Longitud (cm)	Perímetro (cm)	Compacidad (kg/m)	Espesor sup (cm)	Espesor inf (cm)	Área (cm ²)
MEDIA	55,57	160,04	8,67	8,70	14,32	582,78
Valor Máx.	62	184	12	10	16	714
Valor Mín.	47	144	7	7	13	456
Rango	15	40	5	3	3	258
Desv. Estand.	2,95	8,99	2,70	0,74	0,84	56,71
Coef. Variac.	5,31	5,61	31,10	8,46	5,83	9,73

Tabla 6. Medidas morfológicas relacionadas con la conformación de las canales en posición lateral

Las tablas 5 y 6 nos muestran que el parámetro en el que se manifiesta mayor variabilidad entre canales es el índice de compacidad (C.V. > 30%), ya que el siguiente parámetro que muestra mayor variabilidad es el área y apenas supera el 11%. De este modo, se puede valorar que este podría ser un criterio fundamental a la hora de establecer una escala de conformación de canales.

Respecto a las medias, el espesor inferior es algo mayor que el superior, Gonçalves, H.C. *et al* (2012) indican que en general en cabritos sacrificados con alrededor de 22 kilos de peso vivo, el espesor de superior o de la pierna es mayor. Así pues, esta afirmación en nuestro trabajo no se confirma debido al menor peso de sacrificio de nuestros animales, y por tanto, al menor desarrollo del espesor superior.

Por último, el coeficiente de variación en general es bajo, indicativo de la elevada homogeneidad de las canales analizadas. El valor más elevado de variación se da en la compacidad seguida por el área.

En el caso de la posición lateral, la media del espesor inferior es bastante superior a la del espesor superior. Nuevamente el porcentaje de variación alcanza un valor representativo en la compacidad, aunque es algo más bajo (2% menos) que en la posición lateral.

5.1.3. – Medidas de color en la canal mediante análisis de imagen

Se realizó mediante el programa "IMAGEJ" la medición del nivel de gris y el nivel RGB (rojo – verde y azul), ambos en una escala de 0 a 255. Los parámetros de color se han determinado en la canal en su posición dorsal ya que en la clasificación de Colomer (fig.10) las canales se presentan en tal posición. En la tabla 7, se muestran los resultados obtenidos:

	Nivel de gris	(R) Rojo	(G) Verde	(B) Azul
MEDIA	114,56	118,22	112,25	113,08
Valor Máx.	127	130	125	130
Valor Mín.	100	106	98	97
Rango	27	24	27	33
Desv. Estand.	6,08	5,52	6,04	7,31
Coef. Variac.	5,31	4,67	5,38	6,46

Tabla 7. Datos de coloración de las canales en posición dorsal

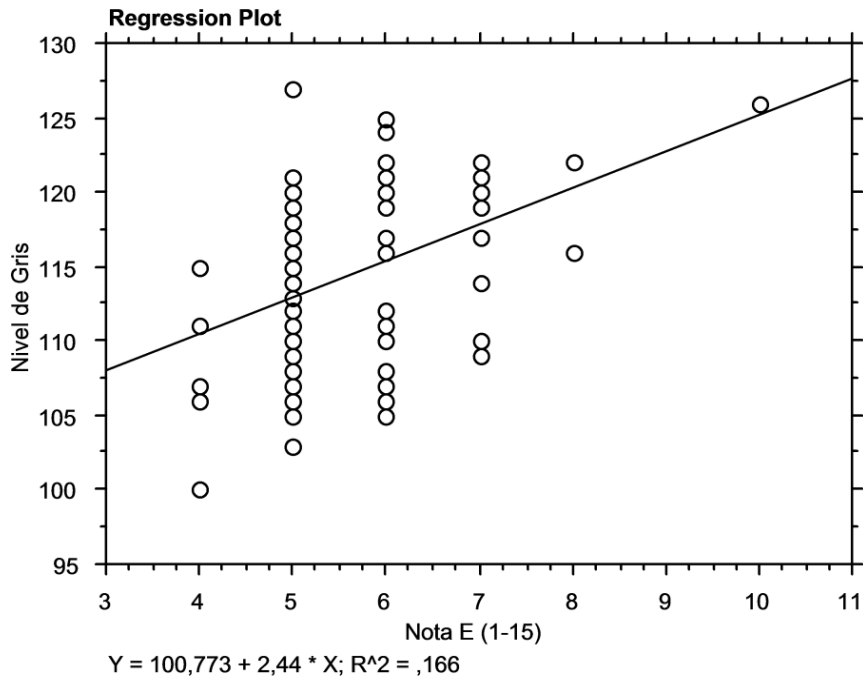
En ella se observa que el coeficiente de variación de las 4 variables de color estudiadas está comprendido entre 4,5 y 6,5% lo que denotaría que las canales analizadas presentan parámetros de color muy parecidos entre sí.

Referente a los parámetros de color, el rojo (R) es el que presenta mayores valores en las canales analizadas, y tanto el verde (G) como el azul (B) se presentan muy similares.

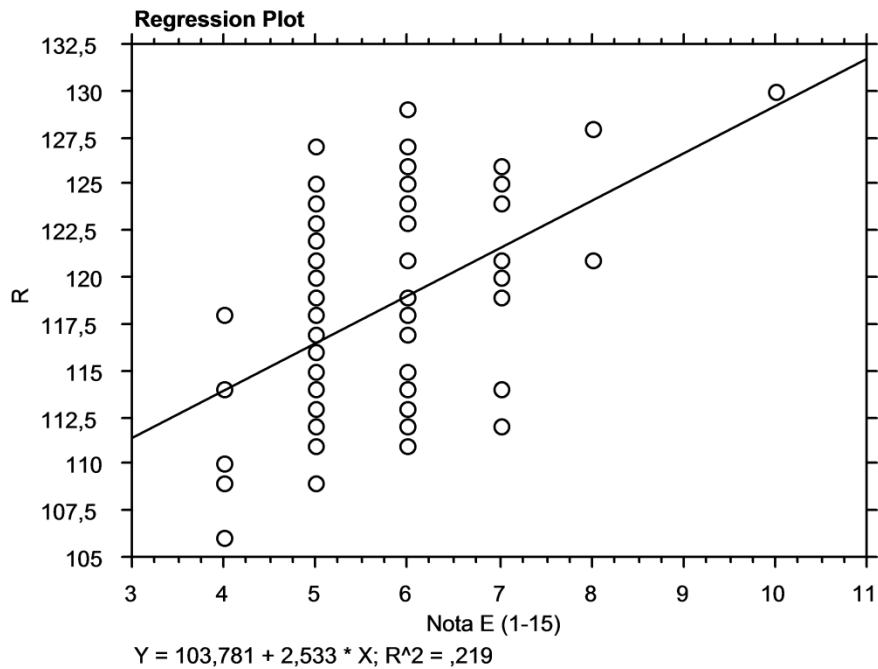
5.2. – Relación entre las notas de engrasamiento y los parámetros de color de la canal

Se realizó un análisis de regresión entre la nota de engrasamiento de las canales y los parámetros de color de la canal. En las regresiones presentadas a continuación, se aprecia en el eje de las x, la nota de engrasamiento de la canal y en el eje y, los valores medios de nivel de gris y de las coordenadas de color R G B.

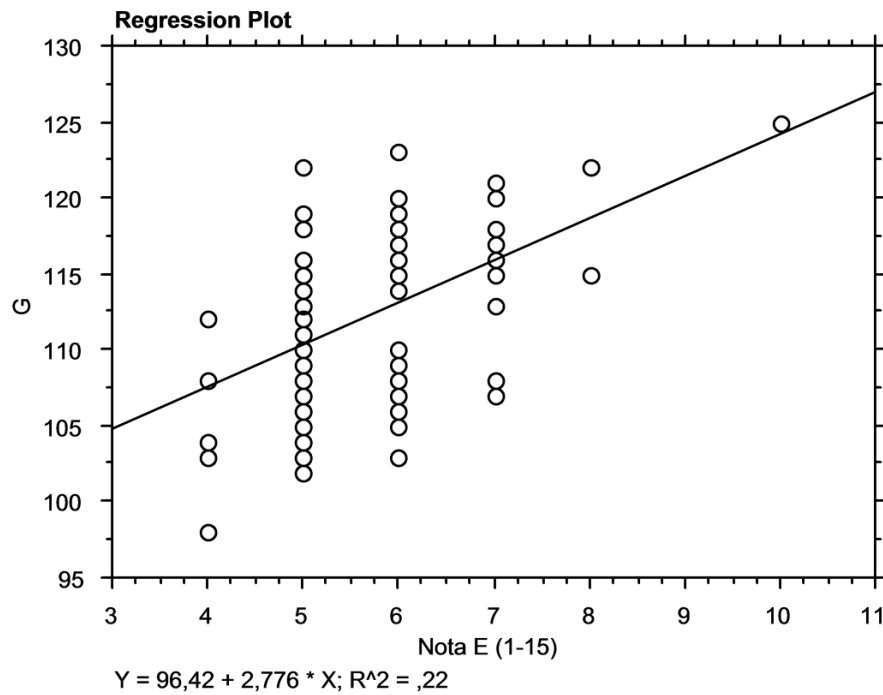
- Figura 23. Relación entre nivel de gris y nota de engrasamiento



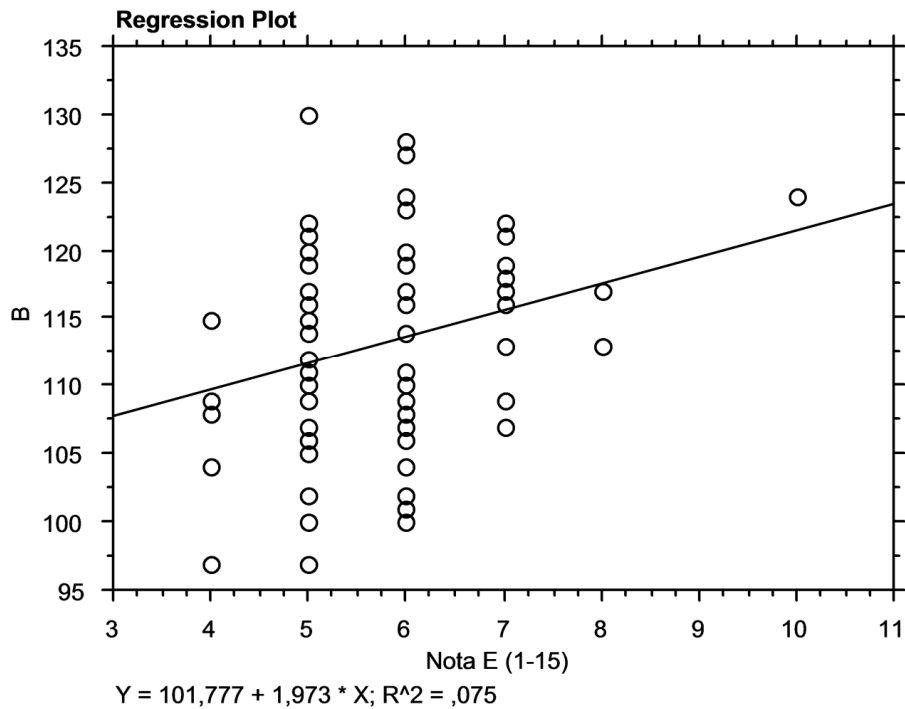
- Figura 24. Relación entre nivel de rojo (R) y nota de engrasamiento



- Figura 25. Relación entre el nivel de verde (G) y nota de engrasamiento



- Figura 26. Relación entre el nivel de azul (B) y nota de engrasamiento



Se observa que aunque las regresiones son estadísticamente significativas los valores de los coeficientes de determinación no son muy elevados (comprendidos entre 0.16 y 0.22 a excepción del parámetro de color B que es inferior).

En la tabla 8 se recogen los valores de correlación (R) entre los parámetros de color y la nota de engrasamiento. Así mismo, los coeficientes de determinación (R^2) de las regresiones entre esas mismas variables.

Las coordenadas que explicarían un porcentaje mayor de la variabilidad de la nota de engrasamiento serían los correspondientes al verde (G) y al rojo (R) (22% en ambos), seguidas por el nivel de gris (17%) y la coordenada del color azul (7,5%).

R	Nota Engrasamiento	P
Nivel de gris	0,408	< 0,0001
R	0,468	< 0,0001
G	0,469	< 0,0001
B	0,278	< 0,0001
R^2		
Nivel de gris	0,166	< 0,0001
R	0,219	< 0,0001
G	0,220	< 0,0001
B	0,075	< 0,0001

Tabla 8. Valores de correlación (R) y coeficientes de determinación (R^2)

Al realizar la regresión múltiple (stepwise), con los cuatro parámetros de color como variables independientes (x) y la nota de engrasamiento como dependiente (y), vemos en la tabla 9 que la primera variable que reconoce el modelo es el verde (G). En un segundo paso incluiría el parámetro de color B (azul) explicando de esta manera un 34% de la variabilidad en la nota de engrasamiento de las canales y, por último, en un tercer paso incluiría la variable R (rojo) explicando entre las tres variables el 40% de la variabilidad de la nota de engrasamiento de las canales. El parámetro del nivel de gris no aportaría más información en la explicación de la variabilidad del engrasamiento de las canales que la aportada por las variables anteriores.

Step	Variable dependiente	Variables independientes	R ²	RSD
1	Nota de engrasamiento	G	0,220	0,909
2		B	0,341	0,841
3		R	0,397	0,811

Tabla 9. Valores de la regresión múltiple stepwise

En definitiva, incluso cuando se realiza una regresión múltiple, del tipo stepwise, aportando la información de las 4 variables, no se consigue explicar más que el 39% de la variación observada en el grado de engrasamiento de las canales.

Uno de los factores que podrían estar motivando estos bajos valores de los coeficientes de determinación podría ser el tipo de muestra animal utilizado en esta experiencia, con individuos muy homogéneos que no presentaron más que un 18% en su nota de engrasamiento (rango 4-10 en la escala de 0 a 15) y menos de un 6% en los parámetros de color de la canal.

VI - CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- 1- Los cabritos lechales de raza Malagueña se caracterizan por presentar un peso canal medio de 5 kg aproximadamente y un estado de engrasamiento medio.
- 2- La compacidad de la canal ha presentado unos coeficientes de variación superiores al 30% mientras que el resto de medidas morfológicas realizadas apenas ha superado el 11%. Por ello, la compacidad de la canal podría ser un factor clave a la hora de establecer una escala de conformación en ganado caprino.
- 3- La variación en las medidas de coloración realizadas entre canales ha resultado muy baja y no han explicado más que el 40% de la variación de la nota de engrasamiento de las canales.
- 4- Hubiese sido mejor disponer de datos reales de las mediciones en las diferentes zonas de cúmulo de grasa de los animales. De tal forma que se consiguiese aportar mayor precisión para el engrasamiento que la aportada únicamente con la nota de engrasamiento.
- 5- Se podría señalar que este trabajo ha constituido un primer paso en el desarrollo de la aplicación de la técnica de imagen para la determinación de la calidad de las canales caprinas. Habría que seguir desarrollando la técnica para mejorar la predicción del engrasamiento y de la conformación de las canales e incluso del rendimiento carnicero de las mismas.
- 6- Actualmente el método de análisis de imágenes se puede considerar un complemento útil para el método de análisis SEUROP pero no un sustituto.

VII- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VII – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AECCM (2012). Asociación Española de Criadores de Cabra Malagueña. Disponible en:

<http://www.cabrama.com/index?act=verSeccion&idSeccion=1259169835453>

ACRIMUR (2012). Asociación Española de Criadores de la Cabra Murciano Granadina. Disponible en:

<http://www.acrimur.es/lacabra.php?PHPSESSID=049a06703b2a3470ac268839221a9128>

AgCenter LSU (2012). El centro agrícola de la universidad del estado de Louisiana. Disponible en:

http://www.lsuagcenter.com/en/crops_livestock/livestock/sheep_goats/

ALLEN, P. FINNERTY, N. (2000). Objective beef carcass classification – A report of a trial of three VIA classification systems. The National Food Centre, Dublin 15.

ÁLVAREZ, R., PÉREZ-ALMERO J.L., PORRAS, CASAS, C., ALCALDE, M.J. (2012). Effects of time road transport, carcass weight and ageing time on instrumental and sensory meat parameters in Negra Serrana suckling kids. XI Congres of IGA, Canarias, Spain. CD of Abstracts.

Asociación nacional de criadores de ganado caprino (2012). Disponible en:

<http://www.ancaprina.org.mx/saneen.html>

Asociación nacional de criadores Saanen (2012). Disponible en:

<http://nationalsaanenbreeders.com/#association>

BASARAB, J.A., MILLIGAN, D., MCKINNON, J.J., THORLAKSON, B.E. (1997). Potential use of video imaging and real-time ultrasound on incoming feeder steers to improve carcass uniformity. Can. J. Anim. Sci. 77, 385-392

Capraispana (2012). Disponible en:

<http://www.capraispana.com/destacados/comportamiento/sistprocar.htm>

Capritec (2012). Disponible en:

<http://www.capritec.com.br/csa/Rebanho/Saanen/Reb-Saa.htm#Origem e Histórico>

CHEN C.M., TROUT G.R. (1991). Color and its stability in restructured beef steaks during frozen storage: effects of various binders. *J. Food Sci.* 56, 1461-1464.

CIHEAM (2012). Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes. Disponible en: <http://www.ciheam.es>

COLOMER-ROCHER, F., MORAND-FEHR, P., KIRTON, A.H., DELFA, R., SIERRA, I. (1988). Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. *Cuadernos INIA.*, 17, 19-41

CROSS, H.R., DURLAND, P.R., SEIDEMAN, S. (1986). Sensory qualities of meat. En: *Muscle as food* (Ed.: Bechtel P.). Academic Press, Orlando.

CROSS H.R., GILLILAND, D.A., DURLAND, P.R., SEIDEMAN, S. (1983). Beef carcass evaluation by use of a video image analysis system. *J. Anim. Sci.* 57(4), 908-917

DE BOER, H, DUMONT, B. L., POMEROY, R.W, WENIGER, T.H. (1974). Manual on EAAP reference methods for the assessment of carcass characteristics in cattle *Livestock Production Science*, 1, 151-164.

DEMOS, B.P., MANDIGO, R.W. (1996). Color of fresh, frozen and cooked ground beef patties manufactured with mechanically recovered neck bone lean. *Meat Science* 42 (4), 415-429.

FAOSTAT (2012). Agricultura y alimentación organización de las Naciones Unidas. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/index.html>

FEAGAS (2010). Federación Española de Asociaciones de Ganado Selecto. Disponible en: <http://www.feagas.com/index.php/es/razas/especie-caprina/malaguena>

GERRARD, D.E., GAO, X., TAN J. (1996). Beef marbling and color score determination by image processing. *Journal of Food Science* 61 (1), 145-148.

GONÇALVES, H.C., LOURENÇON, R.V., RODRIGUEZ, L., MARQUES, R.O., CHÁVARI, A.C., CAÑIZARES G.I.L. (2012). Relative growth of carcass cuts and tissues of goats

from five racial groups finished on pasture or feedlot. XI Congress of IGA, Canarias, Spain. CD of Abstracts.

GRAU, W.R., HAMM, R. (1953). Muscle as food. En: Food Science and Technology. Betchell, P.J. ed. A Series of Monographs, 1985. Academic Press, Nueva York

HORGAN, G.W., MURPHY, S.V., SIMM, G. (1995). Automatic assessment of sheep carcasses by image analysis. *Animal Science* 60, 197-202

IRIE, M., IZUMO, A., MOHRI, S. (1996). Rapid Method for Determining water-holding capacity in meat using video image analysis and simple formulae. *Meat Science* 42 (1), 95-102.

KEMPSTER, A.J., CUTHBERTSON, A., HARRINGTON, G., (1982). Carcase Evaluation in Livestock breeding. Production and Marketing. Ed Granada London.

KRZYWICKI, K. (1979). Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef. *Meat Science* 3 (1), 1-10

KUCHIDA, K., YAMAGISHI, T., TAKEDA, H., YAMAKI, K. (1994). The estimation of beef carcass traits using computer image analysis for body measurement in Japanese Black steers. *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)* 65 (5), 401-406.

MARM (2011). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en:

http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/Informenoviembre11ovinocaprino_tcm7-207662.pdf

MENA, Y., CASTEL, J.M., ROMERO, F., GARCÍA, M., MICHEO, J.M. (2005). Situación actual, evolución y diagnóstico de los sistemas semiextensivos de producción caprina en Andalucía Centro Occidental. Publicaciones de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, Sevilla.

MENDIZABAL, J.A, GOÑI, V. (2001). Aplicaciones de la técnica de análisis de imagen en la determinación de la calidad de la canal y de la carne (Revisión). INIA, serie Producción Animal, Vol. 16 (1).

OLIVIER, A., MENDIZABAL, J.A., RIPOLL, G., ALBERTÍ, P., PURROY, A. (2009). Predicting meat yields and commercial meat cuts from carcasses of young bulls of Spanish breeds by the SEUROP method and an image analysis system. *Meat Science* 84, 628-633.

PALLIER, E., MAX, J.P., BURLET, C., DEBRY, G. (1985). Human and animal fat cell size determination using an image analyzing computer. *The American Journal of Clinical Nutrition* 41, 818-820

PAPACHRISTOFOROU, C., KOUMAS, A., HADJIPAVLOU, G. (2012). Meat production and carcass characteristics of the Cyprus Damascus goat. XI Congres of IGA, Canarias, Spain. CD of Abstracts.

RANCOURT, M., FOIS, N., LAVÍN, M.P., TCHAKÉRIAN, E., VALLERAND, F. (2006). Mediterranean sheep and goats production: An uncertain future. *Small Rumin. Res.* (62) 167-179.

REGLAMENTO CE Nº 1234/2007 DE LA COMISIÓN de 22 de octubre de 2007. Diario Oficial de la Unión Europea. Disponible en:

<http://www.boe.es/doue/2007/299/L00001-00149.pdf>

REGLAMENTO CE Nº 1249/2008 DE LA COMISIÓN de 10 de diciembre de 2008. Diario Oficial de la Unión Europea. Disponible en:

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:337:0003:0030:ES:P>
[DF](#)

RENERRE, M. (1982). La couleur de la viande et sa mesure. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix.* I.N.R.A. 47, 47-54

SCHOFIELD, C.P., MARCHANT, J.A. (1990). Image analysis for estimating weight of live animals. *Optics in Agriculture* 1379, 209-219

SERRA, X., GIL, F., PÉREZ-ENCISO, M., OLIVIER, M.A., VÁZQUEZ, J.M., GISPERT, M., DÍAZ, I., MORENO, F., LATORRE, R., NOGUERA, J.L. (1998). Acomparision of carcass, meat quality and histochemical characteristics of Iberian (Guadyerbas line) and Landrace pigs. *Livestock Production Science* 56, 215-223.

SORET, B., MENDIZÁBAL, J.A., ARANA, A., PURROY, A., EGUINO, P. (1998). Breed effects on cellularity and lipogenic enzymes in growing Spanish lambs. *Small Ruminants Research* 29, 103-112.

SWATLAND, H.J. (1995). Video Image Analysis. En: *On-Line evaluation of meat*. Technomic Publishing Company, Inc. USA. pp. 271-290

TEIXEIRA, A., DELFA, R., PEREIRA, E., (1993). Evaluación de la conformación y estimación de la composición de las canales de cabritos de raza Serrana del Parque Natural de Montesino (N.E. de Portugal). *ITEA* 12, 660-662.

UCO (2010). Universidad de Córdoba. Disponible en:

http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/22_12_18_MASTER_CORDOBA_5.pdf

UPA (2007-2008). Unión de Pequeños Agricultores y Ganaderos. Disponible en:

http://www.upa.es/ clt/lt_cuadernos_12/pag_026-032_caprina.pdf

http://www.upa.es/anuario_2007/pag_246-257_castel.pdf

VAN DER STUYFT, E., SCHOFIELD, C.P., RANDALL, J.M., WAMBACQ, P., GOEDSEELS, V. (1991). Development and application of computer vision systems for use in livestock production. *Computers and Electronics in Agriculture* 6, 243-265

VIII - ANEXO

ANEXO: MANUAL DEL PROGRAMA DE ANALISIS DE IMAGEN ``IMAGEJ``

1.- Principios generales de la técnica de análisis de imagen

En toda imagen podemos percibir dos tipos de información. Por una parte, la información espacial, tal como la forma, el tamaño o la distribución de objetos y, por otra, la espectral que está relacionada con la intensidad con la que se reciben los 3 colores básicos (rojo, verde y azul).

Esta información puede ser cuantificada en forma de coordenadas: 2 coordenadas espaciales (x, y) y 3 coordenadas cromáticas (R: *red*-rojo; G: *green*-verde; B: *blue*-azul). En ocasiones, nos podemos encontrar con imágenes monocromáticas (escala de grises) o binarias (sólo 2 colores), de manera que en estos casos las coordenadas serían 3 (dos espaciales y una de intensidad de luz monocromática).

Por otra parte, las imágenes que captamos mediante distintos medios, como microscopios ó cámaras fotográficas, pueden ser digitalizadas. La digitalización permite convertir en cifras las coordenadas espaciales y espectrales.

En el caso de las coordenadas espaciales, cada punto de la imagen es proyectado sobre una estructura de diminutos puntos o *pixeles* (*picture element* o elemento de la imagen), quedando definida su posición por dos coordenadas x e y. Los valores de x e y dependerán del número de *pixeles* de la imagen digitalizada. Este número está estrechamente relacionado con la resolución de la imagen de manera que a mayor número de *pixeles* mayor resolución. Actualmente se alcanzan en las imágenes digitalizadas resoluciones que superan los 20 *megapixeles* (5616 x 3744). Además, los *pixeles* son elementos sensibles a la luz, de forma que cada uno de ellos presentará una intensidad de luz cromática (R, G, B) o un valor de intensidad monocromática cuando la imagen se defina en una escala de grises. En el caso de la luz cromática se establecen 256 niveles de intensidad de iluminación y en el caso de imágenes monocromáticas una escala de valores que abarca de 0 (negro) a 255 (blanco).

Una vez se cuenta con la imagen digitalizada, basándose en la información contenida en cada *pixel*, diferentes aplicaciones informáticas permiten obtener en la imagen seleccionada parámetros morfométricos y densiométricos. Los morfométricos incluyen el contaje de objetos presentes en la imagen, la medida del área de dichos objetos, el perímetro, los diferentes diámetros o factores de forma como son la esfericidad, la compacidad o la rugosidad de los objetos. Los parámetros densiométricos permiten, a su vez, conocer los valores de absorbancia, transtermitancia, densidad óptica y brillo óptico.

Por último, cabe señalar la existencia de diferentes filtros que son utilizados en las aplicaciones informáticas para el procesado de las imágenes con la finalidad de contrarrestar la aparición de manchas o de “ruidos de fondo”, la existencia de límites difusos en los objetos, la falta de contraste en los mismos, etc.

2.- Aplicación del análisis de imagen a la caracterización de las canales

Son muchos los programas de análisis de imagen que actualmente están disponibles en el mercado. Entre los más utilizados podemos señalar los siguientes: Image-Pro Plus (Media Cybernetics, USA), Visilog (Noesis, Francia) ó IPTK (Reindeer Graphics, USA). También existen en la red algunos programas que son de libre distribución como Image Tool (Universidad de Texas, USA) o ImageJ (Instituto Nacional de la Salud, USA).

Las aplicaciones de estos programas de análisis de imagen abarcan amplísimos campos, como la medicina, la industria, la agricultura, etc. En el campo de la producción animal y en concreto en la medida de la calidad de la canal y de la carne son también muy variadas sus aplicaciones (Mendizabal y Goñi, 2001; Zheng *et al.*, 2006; Oliver *et al.*, 2010). A continuación se expone, paso a paso, la utilización de la técnica del análisis de imagen en la medida de la conformación y color de la canal.

2.1.- Procesado de la imagen

Se ha trabajado con el programa de análisis de imagen ImageJ, que como se ha señalado es de dominio público¹.

Se comienza arrastrando el fichero con la imagen (formato jpg, bmp...) sobre la barra de herramientas del programa para abrirlo automáticamente (Figura 1).

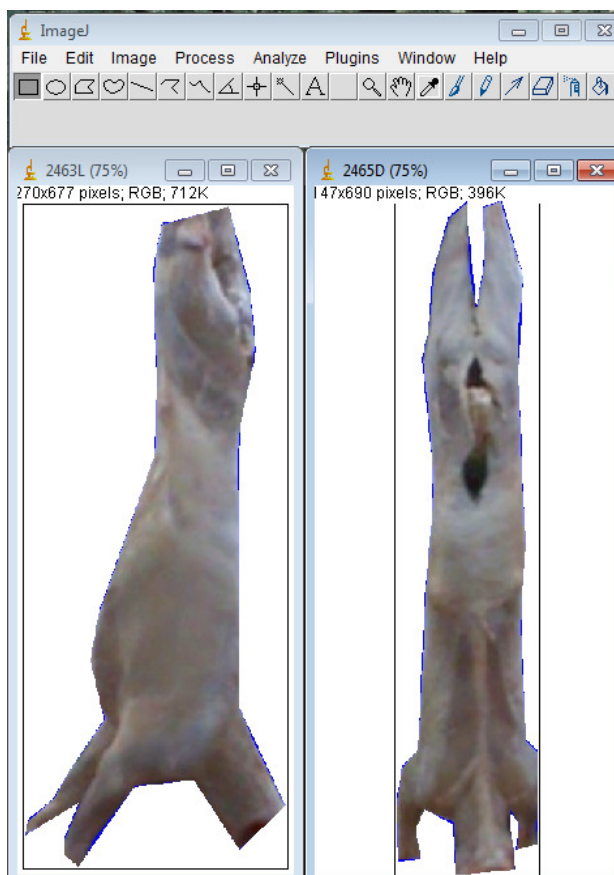


Figura 1: Imágenes y menu principal del programa ImageJ

Antes de proceder a realizar las determinaciones morfométricas se debe realizar la calibración, proceso que consiste en pasar de una escala en la que la unidad de medida es el *pixel* (por defecto en el programa) a otra escala en que la unidad de medida sea la de nuestro interés (por ejemplo, el cm). Para ello se tomaron medidas del gancho en el cuál se colgaban las canales en el matadero, ya que todos los ganchos

¹ La descarga del programa puede realizarse desde <http://imagej.softonic.com/>

eran iguales en todas las imágenes captadas, para posteriormente medir el mismo gancho en el programa y proceder al cambio de unidades.

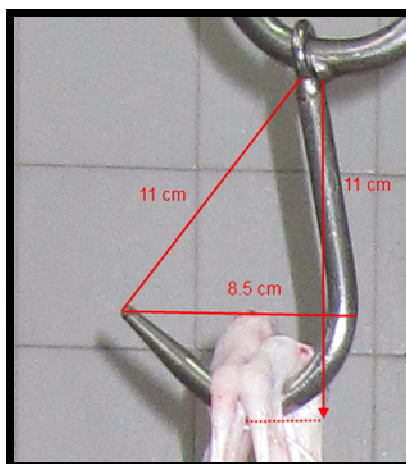


Figura 2. Gancho con medidas reales en cm

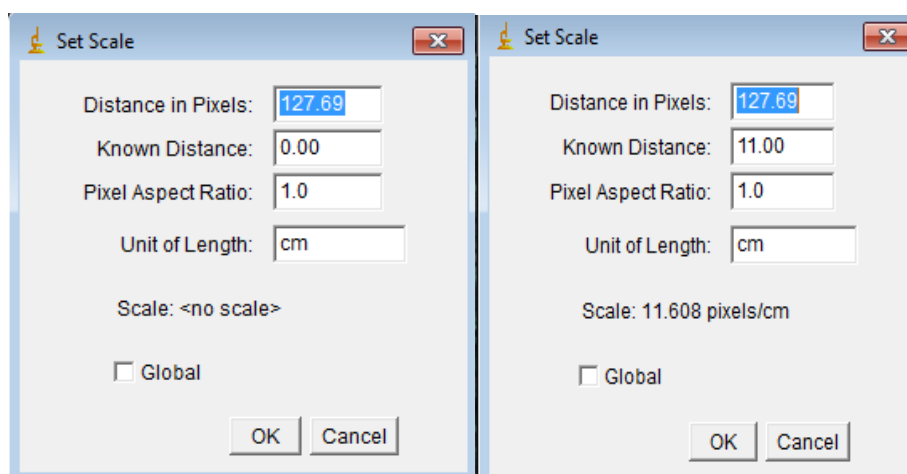


Figura 3: Cuadros de diálogo para fijar la escala

Tras ello, iremos al menú **Plugins/Spatial calibration/Set scale**, y en el cuadro de diálogo veremos que la longitud del segmento trazado es de 127,69 píxeles. A continuación, señalaremos en dicho cuadro de diálogo que la longitud real del segmento trazado es de 11 cm y automáticamente nos indicará que, por tanto, la longitud de 11,608 *píxeles* en la pantalla equivale a 1 cm en el gancho (Figura 2). A partir de ahora la unidad de medida en la imagen será el centímetro.

2.2.- Medidas determinadas de la conformación y color de la canal

Para caracterizar las canales caprinas se determinaron las medidas morfológicas siguientes:

1. Área de la canal
2. Longitud de la canal. Longitud de la línea vertical entre el músculo del cuello y el hueso del tarso
3. Perímetro de la canal
4. Espesor o profundidad del cuarto trasero
5. Espesor o profundidad del cuarto delantero

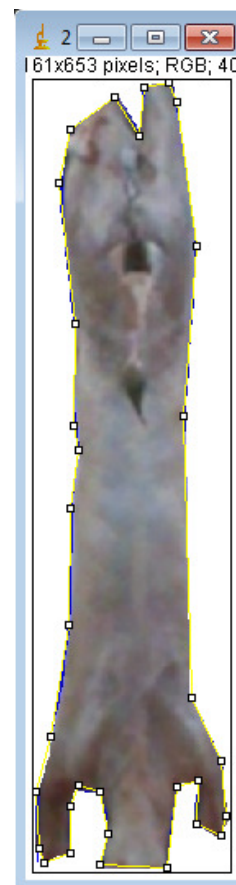
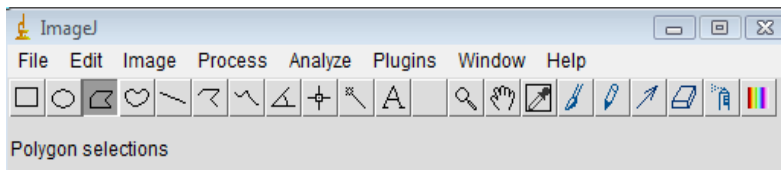
Por otro lado se determinaron parámetros de color de la canal, como son:

1. Nivel de gris
2. Rojo (R)
3. Verde (G)
4. Azul (B)

2.3.- Procedimiento de análisis

Se procede a contornear el área de la canal. Esta operación se puede realizar de forma automática con la opción **Segmentation** cuando se trata de una figura regular y de un espesor muy fino (por ejemplo una moneda) sobre un fondo de distinta coloración. En el caso de nuestra canal es más recomendable realizar el contorneado manualmente aunque esta opción sea algo más lenta. Es conveniente aumentar el tamaño de la imagen con la herramienta **zoom** para poder trazar el contorno de la canal con más facilidad.

Figura 4: Barra de herramientas y contorno de la canal



Una vez trazada la silueta de la canal (Figura 4) se procede a obtener la medida de la superficie seleccionada. Para ello, en la opción **Analyze** se selecciona **Set Measurement** y se eligen las medidas que queremos realizar. En este caso el área o superficie, el perímetro y el nivel de gris medio de la canal ya que hemos contorneado toda la canal. Para visualizar dichas medidas se selecciona la opción **Measure** dentro del menú Analyze, apareciendo en la pantalla un fichero con los datos en formato texto exportable a Excel.

	Mean	Length	Area
1	121	152	571

Figura 5: Medida del nivel de gris, perímetro y área

En el panel de resultados (Figura 5) tendremos, por tanto, la medida del nivel de gris en la segunda columna de la izquierda (Mean = 121), el perímetro en la siguiente columna (length=152 cm) y el área (571 cm²) en la última columna.

Para la determinación de la longitud y de los espesores, tanto superior como inferior, se tendría que seleccionar la opción de trazar una línea en la barra de herramientas, sin haber contorneado la canal (Figura 6).

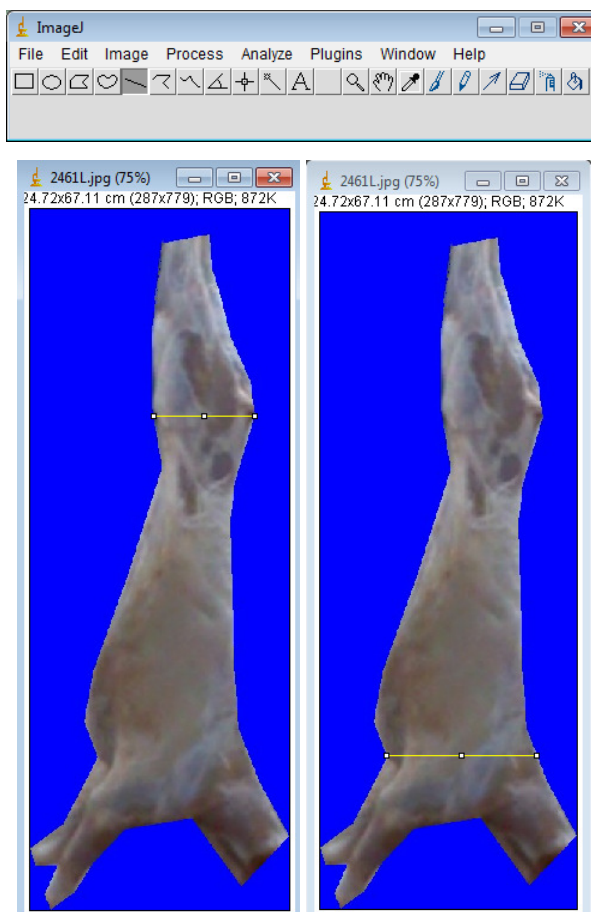


Figura 6. Medición de los espesores superior e inferior de la canal

Además, también son interesantes para predecir el estado de engrasamiento de la canal las medidas de color de la misma. Así pues, se podría determinar también las coordenadas RGB (Plugins/Colour functions/RGB Measure).

	Mean
1	100
2	98
3	164

Figura 7. Medida de los parámetros de color

En la primera fila tenemos las coordenadas de color R (100), en la segunda fila del color G (98) y finalmente en la tercera fila las del color B (164).