BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

Universidad de Valladolid

Efecto de la raza y de la alimentación en los parámetros productivos y de calidad de canal y de carne en añojos de razas charolés y serrana soriana

Begoña Asenjo Martín

Tesis de Doctorado

Facultad: E. U. De Ingenierías Agrarias de Soria
Director: Dr. Jesús Ciria Ciria

1999

“EFECTO DE LA RAZA Y DE LA ALIMENTACIÓN EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE CALIDAD DE CANAL Y DE CARNE EN AÑOJOS DE RAZAS CHAROLÉS Y SERRANA SORIANA”

BEGOÑA ASENJO MARTÍN

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍAS AGRARIAS DE SORIA

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍAS AGRARIAS DE SORIA

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

"EFECTO DE LA RAZA Y DE LA ALIMENTACIÓN EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE CALIDAD DE CANAL Y DE CARNE EN AÑOJOS DE RAZAS CHAROLÉS Y SERRANA SORIANA"

Memoria presentada por

Begoña ASENJO MARTÍN,

para optar al grado de Doctor por la Universidad de Valladolid

SORIA, Abril de 1999

D. Jesús CIRIA CIRIA, Catedrático de Producción Animal del Departamento de Ciencias Agroforestales, de la Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias de Soria (Universidad de Valladolid),

CERTIFICA: Que la presente Memoria de Tesis Doctoral titulada "Efecto de la raza y de la alimentación en los parámetros productivos y de calidad de canal y de carne en añojos de razas Charolés y Serrana Soriana", elaborada por la Licenciada en Veterinaria, Dª. Begoña ASENJO MARTÍN, ha sido realizada bajo su dirección, y cumple las condiciones exigidas para optar al grado de Doctor por la Universidad de Valladolid.

Para que así conste, firma la presente en Soria a catorce de Enero de mil novecientos noventa y nueve.

Fdo.: Jesús CIRIA CIRIA

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

a mis Padres

Este trabajo ha sido posible gracias,

Al Proyecto ADAPT, Ecosoria Alimentaria, finanaciado por el Fondo Social Europeo y la Exma. Diputación Provincial de Soria, a través del Patronato Provincial para el Desarrollo Integral de Soria.

Quiero agradecer:

A Jesús Ciria Ciria, director de esta Memoria, por su constancia y dedicación y por su esfuerzo que han hecho posible la realización de la misma, así como por haberme introducido en el mundo de la Investigación.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Al equipo de Producción Animal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra, y especialmente a Antonio Purroy, Mª José Beriain, Alberto Horcada y Cristina Gorraiz, así como al personal que colaboró en las sesiones de cata, por facilitarme en todo momento mi trabajo y por haber aportado incondicionalmente sus conocimientos, fruto de su experiencia en el campo de la Carne.

A Emiliano Sanz y a su equipo de la E.T.S.I.A. de Lérida, por su colaboración en la realización de los análisis de piensos.

A Alicia Gómara, por haberme ayudado en todos los sentidos, y por estar siempre a mi lado.

A Jesús Sanz, Luis Sanz, Rubén Pérez, Alfredo Morón y Alfonso Martínez, por su estimable ayuda durante los controles de peso de los terneros y por su apoyo moral.

A José Mª Lázaro, José Luis Calvo, Luis Arribas y Diego Martínez, por facilitarme el trabajo en todo momento, por todo lo que me han enseñado y por los buenos ratos que hemos pasado.

Al personal del matadero Mataso, por haber colaborado y por la atención y paciencia demostrada.

A José Antonio Tejero y a José Miguel Olano, por su ayuda en el análisis estadístico.

A Clemente López-Bote, por sus consejos en la realización de los análisis de determinación de grasa.

A Aurora Machín, por el apoyo y buen tratato prestado durante mi estancia en el laboratorio de Caja Rural.

Al personal de la Biblioteca de la E.U.T.I.Agrarias de Soria, así como al de la Unidad Administrativa de la Universidad de Valladolid, por toda su colaboración.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

A mis padres, a mis hermanos, a mis sobrinos y a todos esos amigos, en especial a Rosa y a Ana, que han estado conmigo y me han animado a seguir adelante.

Asimismo, quiero agradecer,

Al Consorcio Diputación Provincial- Caja Rural de Soria, por facilitar los terneros, los cebaderos y la mano de obra de su explotación de Taniñe (San Pedro Manrique- Soria) y a Caja Rural de Soria por habernos permitido y habernos dado todo tipo de facilidades para la instalación y uso del laboratorio, en su edificio.

Al Patronato Provincial para el Desarrollo Integral de Soria, por la valiosa ayuda económica para la realización del estudio, y a su Presidente, D. Domingo Heraz López, por la confianza depositada en el equipo del Area de Producción Animal para la ejecución del mismo.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

ÍNDICE

página

ÍNDICE I
ABREVIATURAS VII
ÍNDICE DE TABLAS IX
ÍNDICE DE FIGURAS XIII

I.- INTRODUCCIÓN 1

II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 7

1.- CONCEPTO DE CALIDAD 7

2.- CALIDAD DE LA CANAL 10

3.- PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CANAL Y FACTORES QUE INFLUYEN 11

3.1.- CONFORMACIÓN 11
3.1.1.- Generalidades 11
3.1.2.- Factores que influyen en la Conformación 12

3.2.- ESTADO DE ENGRASAMIENTO 14
3.2.1.- Generalidades 14
3.2.2.- Factores que influyen en el Estado de Engrasamiento 15

3.3.- PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL 16
3.3.1.- Generalidades 16
3.3.2.- Factores que influyen en el Peso y en el Rendimiento de la canal 17

3.4.- COMPOSICIÓN DE LA CANAL 19
3.4.1.- Generalidades 19
3.4.2.- Factores que influyen en la Composición Tisular 23

3.5.- INTERRELACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CANAL 32

4.- TRANSFORMACIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE Y MADURACIÓN 34
4.1.- GENERALIDADES 34
4.2.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PH 38

5.- PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CARNE Y FACTORES QUE INFLUYEN 41

5.1.- COLOR 41
5.1.1.- Generalidades 41
5.1.2.- Medición del color 43

5.1.3.- Factores que influyen en el color 47

5.2.- TEXTURA 53
5.2.1.- Generalidades 53
5.2.2.-Factores de variación 57
5.2.3.- Determinación de la textura 68

5.3.- CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA- JUGOSIDAD 69
5.3.1.- Generalidades 69
5.3.2.-Factores que influyen 71
5.3.3.- Métodos de medida 76

5.4.- ANÁLISIS SENSORIAL 77
5.4.1.- Generalidades 77
5.4.2.- Propiedades sensoriales básicas 79
5.4.3.- Flavor 83
5.4.3.1.-Importancia de la grasa intramuscular en el desarrollo del flavor 85
5.4.4.- Terneza 89

6.- BASE ANIMAL. DESCRIPCIÓN DE LAS RAZAS OBJETO DEL ESTUDIO 93

6.1.- IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS 93
6.2.- DESCRIPCIÓN DE LA RAZA SERRANA SORIANA 96
6.3.- DESCRIPCIÓN DE LA RAZA CHAROLÉS 102

7.- INFLUENCIA DE LA RAZA Y DE LA ALIMENTACIÓN EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS 104
7.1.- GENERALIDADES 104

7.2.- USO DE ADITIVOS Y DE PROMOTORES DEL CRECIMIENTO.....109

III.- OBJETIVOS 113

IV.- MATERIAL Y MÉTODOS 115
1.- BASE ANIMAL, CEBADEROS, MANEJO DE LOS ANIMALES Y SU ALIMENTACIÓN 115
1.1.- ANIMALES 115
1.2.- CEBADEROS 116
1.3.- MANEJO Y ALIMENTACIÓN 117

2.- CONTROLES EN MATADERO 119
2.1.- PESO DE CABEZA, PIEL, PATAS Y CANAL 119
2.2.- CLASIFICACIÓN DE LA CANAL 120
2.3.- MEDIDA DE Tª Y PH-24 Y MEDIDAS DE LA CANAL 120
2.4.- DESPIEZADO 121

2.5.- TOMA DE MUESTRAS Y TRATAMIENTO 122

3.- ANÁLISIS INSTRUMENTAL 122
3.1.- DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA 122
3.2.- DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.....124
3.3.- DETERMINACIÓN DE LA DUREZA 124
3.4.- DETERMINACIÓN DEL COLOR Y PIGMENTOS 125
3.5.- EXTRACCIÓN DE GRASA LIBRE Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE IODO 125
3.6.- DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR 126

4.- ANÁLISIS SENSORIAL 127

5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....129

V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 131
1..- PARÁMETROS PRODUCTIVOS 131
1.1.- EVOLUCIÓN DEL PESO DURANTE EL CEBO 131
1.2.- ÍNDICES DE CONVERSIÓN.....135
1.3.- CONCLUSIONES PARCIALES DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS 136

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL 137
2.1.- PESOS AL SACRIFICIO, RENDIMIENTOS Y CLASIFICACIÓN DELAS CANALES 137
2.2.- MEDIDAS DE LA CANAL 142
2.3.- ENGRASAMIENTO Y PÉRDIDAS POR OREO 144
2.4.-VALORES DE TEMPERATURA Y PH FINAL 146
2.5.- COMPOSICIÓN TISULAR 148
2.6.- CONCLUSIONES PARCIALES DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL 150

3.- CALIDAD DE LA CARNE 152
3.1.- ANÁLISIS INSTRUMENTAL 152
3.1.1.- COMPOSICIÓN QUÍMICA 152
3.1.2.- ÍNDICE DE IODO DE LA GRASA 154
3.1.3.- CARACTERÍSTICAS DEL COLOR 156
3.1.4.- CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS DE LA CARNE.....159
3.1.4.1.- CRA 160
3.1.4.2.- RESISTENCIA AL CORTE 162
3.1.4.3.- COLÁGENO TOTAL 164
3.1.5.- CONCLUSIONES PARCIALES DEL ANÁLISIS INSTRUMENTAL 166

3.2.- ANÁLISIS SENSORIAL 168
3.2.1.- AROMA 169
3.2.2.- FLAVOR 170

3.2.3.- JUGOSIDAD 172
3.2.4.- PERFIL DE TEXTURA 173
3.2.5.- CONCLUSIONES PARCIALES DEL ANÁLISIS SENSORIAL 176

VI.- CONCLUSIONES 177

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 179

VIII.- RESUMEN 223

IX.- SUMMARY 225

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

ABREVIATURAS

a*: Coordenada roja
AC: Aroma característico
AH: Aroma a hígado
ATP: Adenosín trifosfato

b*: Coordenada amarilla
β: Covariable (peso inicial de los animales)
BOE: Boletín Oficial del Estado

C*: Croma
C: Cohesividad
Ca: Calcio
CEE: Comunidad Económica Europea
CHA: Raza Charolés
CIE: Commission Internationale de l´Eclairage
CO: Pienso comercial
Conform.: Nota de conformación
CRA: Capacidad de retención de agua

D: Dureza
e: Efecto residual aleatorio
EGDI: Espesor de la grasa dorsal en la media canal izquierda
Est. Engras.: Nota de estado de engrasamiento

FB: Fibra bruta
FC: Flavor característico
FG: Flavor a grasa
FH: Flavor a hígado
FR: Flavor residual
FS: Flavor a sangre
FT: Facilidad para tragar

G.B.: Grasa bruta
G.M.D.: Ganancia media diaria
g: Gramos
GPVRI: Grasa pélvicorrenal de la media canal izquierda

H*: Tono
H: Harinosidad

I.C.: Indice de conversión
IIPVR: Indice de iodo de la grasa pélvicorrenal
IISC: Indice de iodo de la grasa subcutánea

JC: Jugosidad continuada
JI: Jugosidad inicial

kg/cm^2: Kilogramos/centímetros cuadrados

Kg: kilogramo

L*: Luminosidad
LC: Longitud de la canal
Ld: *Longissimus dorsi*
LPI: Longitud de la pierna

Mg: Magnesio
mg: miligramos
ml: Mililitros
mm: Milímetros
n: tamaño de la muestra
Na: Sodio
NAT: Pienso natural
nm: Nanómetros
NS: no significativo

OCDE: Organización para la cooperación y desarrollo económico
ºC: Grados centígrados

P.B.: Proteina bruta
P.D.I.: Proteina digestible en el intestino
P.O.: Pérdidas por oreo
P: Fósoforo
Peso sacrif.: Peso al sacrificio
pH-24: pH a las 24 horas postsacrificio
P_j: Efecto fijo debido al pienso (j=1, Pienso comercial-raza Charolés; j=2, Pienso natural-ambas razas; j=3, pienso comercial-raza Serrana)
PP: Profundidad de pecho
PPI: Perímetro de la pierna
ppm: parte por millón
PV: Peso vivo

r: Coeficiente de regresión de Pearson
R^2: Coeficiente de determinación
rpm: revoluciones por minuto
R_i: Efecto fijo debido a la raza (i= 1, Charolés; i= 2, Serrana Soriana)
Rtº canal: Rendimiento a la canal

SER: Raza Serrana Soriana
tª: Temperatura
tª-24: Temperatura a las 24 horas postsacrificio

U.F.C.: Unidades forrageras carne
U: Untuosidad
UE: Unión Europea
μ: Media mínimo cuadrática
μg: microgramo
μl: microlitro

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

ÍNDICE DE TABLAS

página

Tabla 1: Composición de los distintos tipos de pienso por kg de materia seca.....118

Tabla 2: Peso inicial (kg) y su evolución hasta el sacrificio de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....131

Tabla 3: Ganancia media diaria (kg/día) global durante todo el período de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....132

Tabla 4: Valores de la Ganancia media diaria (kg/día) expresada en los distintos períodos de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....134

Tabla 5: Índice de conversión global (kg de pienso/kg incremento PV) durante todo el período de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....135

Tabla 6: Valores de peso vivo al sacrificio (kg), rendimiento a la canal (por 100), conformación (valorado de 1 a 15), estado de engrasamiento (valorado de 1 a 15) y pérdidas por oreo (por 100) de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....138

Tabla 7: Peso (kg) de la cabeza, piel y patas de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural y niveles de significación de los efectos raza y pienso.....140

Tabla 8: Longitud de la canal (cm), profundidad de pecho (cm), longitud de la pierna(cm), perímetro de la pierna (cm) de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....142

Tabla 9: Espesor de la grasa dorsal (mm), peso de la grasa pélvicorrenal (por 100) y pérdidas de peso por oreo (por 100) de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....145

Tabla 10: Valores de pH y de temperatura a las 24 horas postsacrificio de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....146

Tabla 11: Composición tisular (por 100) de las canales de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural y niveles de significación de los efectos raza y pienso.....148

Tabla 12: Composición química (por 100 de muestra húmeda) del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural y niveles de significación de los efectos raza ypienso.....152

Tabla 13: Valores de los índices de iodo (por 100) de la grasa subcutánea y pélvicorrenal de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....154

Tabla 14: Valores de la concentración de mioglobina (mg/g de carne fresca), de las coordenadas L*, a*, b* y del Croma y Tono del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural y niveles de significación de los efectos raza y pienso.....156

Tabla 15: Valores de Capacidad de retención de agua (expresada como porcentaje de jugo expelido), textura (expresada como resistencia al corte en kg/cm2) y colágeno total (expresado en porcentaje sobre materia húmeda) del músculo Longissimus dorsi de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....160

Tabla 16: Resultados de las características del aroma deteminado en el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) a partir del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....169

Tabla 17: Resultados de las características del flavor medido en el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) a partir del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....170

Tabla 18: Resultados de las características de la jugosidad determinada en el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) a partir del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....172

Tabla 19: Resultados del perfil de textura determinado por el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.....173

ÍNDICE DE FIGURAS

página

Figura 1: Evolución del peso durante el período de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....132

Figura 2: Evolución de la G.M.D. durante el período de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....134

Figura 3: Rendimiento a la canal de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. 139

Figura 4: Notas de conformación y estado de engrasamiento de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....141

Figura 5: Medidas de longitud de canal y longitud de pierna de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....143

Figura 6: Medidas de profundidad de pecho y perímetro de pierna de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....143

Figura 7: Pérdidas por oreo de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....146

Figura 8: Composición tisular de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....149

Figura 9: Composición química del músculo del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.....153

Figura 10: Indice de iodo de grasa subcutánea y pelvicorrenal de las canales de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural 155

Figura 11: Concentración de mioglobina (mb/gr carne fresca) del músculo Longissimus dorsi de terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.....157

Figura 12: Coordenadas L*a*b* del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural 158

Figura 13: CRA (porcentaje de jugo expelido) del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural 161

Figura 14: Resistencia al corte (kg/cm2) del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.....163

Figura 15: Porcentaje de colágeno del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.....165

Figura 16: Resultados de flavor flavor residual (FR), dureza (D), jugosidad continuada (JC) y untuosidad (U) deteminados en el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) a partir del músculo Longissimus dorsi de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.....168

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

I.- INTRODUCCIÓN

I.- INTRODUCCIÓN

La producción de carne de vacuno a nivel mundial se realiza de dos formas contrapuestas, mediante sistemas extensivos o intensivos. Los primeros son empleados en zonas con extensas superficies pastables, como Sudamérica y Oceanía, mientras que los segundos, con animales confinados en cebadero durante toda o parte de su vida y con empleo de gran cantidad de cereales en su alimentación, se desarrollan en Norteamérica y en Europa Occidental.

En la Unión Europea (UE) el subsector vacuno de carne presenta una elevada importancia económica; aporta el 11 por 100 de la Producción Final Agraria y ha sido un sector preferencial de la Política Agrícola Común (PAC). En 1968 se creó la Organización Común de Mercados (OCM) para favorecer la producción de carne de vacuno e intentar disminuir la producción de leche de vaca. No hay que olvidar que en esos momentos la CEE-6 presentaba déficit en este tipo de carne, su abastecimiento era del 85 por 100, alcanzándose el autoabastecimiento una década más tarde.

A partir de 1980 la Comunidad Europea se convierte en un productor excedentario de carne, pués entre 1973 y 1988 la producción creció un 2 por 100 anual y el consumo sólo lo hizo en un 0,5 por 100.

Tras la aplicación de la Reforma de la PAC de 1992 con el objetivo de reducir producciones excedentarias, se alcanzó a mediados de 1995 la práctica desaparición de los excedentes de carne de vacuno almacenados por el régimen de intervención, si bien se prevé un importante incremento de éstos en los próximos años. La justificación podría encontrarse en el aumento de vacas de carne, al producirse descenso de las producciones de leche y a la caída del consumo de carne de vacuno.

Globalmente ha descendido el consumo de carne de vacuno en los países de la OCDE, apreciándose una evolución decreciente entre el 0,5 y el 1 por 100 anual. En la UE el consumo se estimó en 1986 en 22,2 kg/habitante y año, pasando en 1992 a 21,9 kg y a 18,5 kg en 1997, con una previsión para el año 2005 de 16,3 kg /habitante y año (Buxadé, 1998). En España el

consumo es menor que en otros estados de la UE, oscilando en 1997 entre 11,5 y 12 kg/habitante y año, presentando además fuertes variaciones regionales (Castilla y León se sitúa en primer lugar por encima de la media nacional).

Este descenso en el consumo de carne de vacuno puede estar motivado según Aguado y Jimeno (1996), por el encarecimiento relativo de ésta frente a otras carnes, por la modificación de los hábitos de consumo, por el envejecimiento de la población y por último por los escándalos provocados ante el consumidor por el uso y mal manejo de sustancias prohibidas (tireostáticos, hormonas y β-agonistas). Por otra parte, el brote de Encefalopatía Espongiforme Bovina (BSE) en el Reino Unido ha tenido como consecuencia un brusco descenso del consumo y un nuevo elemento de distorsión en los intercambios internacionales.

BIBLIOTECA VIRTUAL

A pesar de estos razonamientos, se considera muy acertada la afirmación de Roncalés (1998) que apunta como problema principal la relación calidad/precio en el caso concreto de este tipo de carne, aunque incide en aspectos positivos, como es su excelente valor nutritivo.

Si el subsector vacuno de carne quiere mantener y/o aumentar los niveles actuales de consumo, será cada vez más importante producir carne de calidad, libre de resíduos, obtenida por procedimientos naturales y con una certificación que garantice y avale la calidad de la misma. Según Sañudo (1997), en el vacuno de carne, el reto de recuperar el prestigio perdido y la confianza del consumidor es básico, y en este reto, la apuesta por la calidad es fundamental. Esta tarea no es fácil y conlleva el esfuerzo de todos los eslabones implicados en la cadena de producción y comercialización de la carne, desde el ganadero en la granja hasta el carnicero en el punto de venta, misión ésta muy importante y decisiva, ya que sobre este profesional recae en gran medida la tarea de la formación e información del consumidor. El prescriptor por excelencia del ama de casa, es el carnicero (Palos, 1997). Reducir la incertidumbre del consumidor en el momento de la compra, es la mejor forma de garantizar la calidad del producto (Vissac, 1994).

Es necesaria una política de calidad, que defienda a los consumidores de cualquier fraude y hay que concienciar a ganaderos, industriales, detallistas y consumidores a producir, comercializar, vender y comprar carne "natural", sin ningún tipo de sustancias extrañas y sometida a un riguroso control de calidad. Además, también es necesaria una mayor promoción

de nuestra ganadería autóctona, idónea por sus características, sistema de explotación y perfectamente adaptada al medio en el que se desarrolla, tanto para aumentar el consumo interno, como para buscar una mayor salida, al mercado exterior. En este sentido, Sierra, (1997), define a este tipo de ganado como "vientres económicos", ya que son animales muy rústicos y adaptados al medio, buenos aprovechadores de recursos naturales existentes en tradicionales sistemas extensivos perfectamente encajados en una ganadería sostenible.

A esta necesidad de productos de calidad, acompaña la dura competencia de los sistemas de producción cuantitativa, por lo que se ha de llevar a cabo una producción cualitativa y diferenciada. Los consumidores, o al menos un segmento cada vez mayor, da menos importancia al precio y más a la calidad (Ciria, 1996a). Sierra (1997), destaca que con el aumento de la capacidad adquisitiva del consumidor medio, éste empieza a demandar con fuerza carne de mayor calidad.

Castilla y León es la primera Comunidad española en cuanto al censo de vacuno, contando en 1997 con 1.227.657 cabezas, de las que 447.000 son reproductoras mayores de 2 años de aptitud cárnica y 203.000, son hembras lecheras, y la segunda con respecto a la producción de carne de vacuno. En 1996 se sacrificaron 355.678 cabezas, lo cual supuso casi 90.000 toneladas de carne, frente a las 568.000 toneladas a las que ascendió la producción española (MAPA, 1998).

Centrándonos en la provincia de Soria, se observa que es la provincia con menor censo de ganado vacuno de Castilla y León, contando en 1997 con 24.513 cabezas, lo que supone el 12 por 100 del censo total de la Comunidad. Además presenta una distribución muy irregular, pués la zona Norte, Pinares y Tierras Altas, cuentan con la mayoría del censo, ya que en las demás comarcas de la provincia (Comarcas cerealistas) el ganado bovino de carne es algo testimonial (Ciria, 1996b).

España y otros países habían defendido un concepto "cualitativo" de las producciones agrarias, frente al criterio exclusivamente "sanitario"defendido por los países del norte, que ven en los signos de calidad simples barreras proteccionistas que dificultan sus exportaciones (Jimeno et al., 1996).

En estos momentos, la calidad alimentaria se articula alrededor de tres grandes objetivos:

- Asegurar la variedad de la producción.

- Representar una vía para la diversificación empresarial y posibilitar el desarrollo regional en base a mejoras comerciales adicionales, incrementanado su valor añadido y su penetración en el mercado.

- Permitir la potenciación de productos propios, en un contexto en el que la gastronomía se concibe como parte del patrimonio cultural del país.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

El 14 de Julio de 1992, el Consejo de Ministros de la Comunidad Europea, aprobó dos Reglamentos destinados a proteger los productos alimenticios con una definición geográfica o que presentasen unas características específicas.

Estos Reglamentos, contemplan diferentes figuras de protección como consecuencia de los distintos niveles de exigencias en la vinculación del producto con el medio geográfico: Indicación Geográfica Protegida (IGP), Denominación de Origen Protegida (DOP) y Certificación de Especificidad.

La Normativa Comunitaria incentiva la producción cárnica con base territorial y potencia el que se haga desde criterios de calidad controlada (Reglamento 2081/92). Además estos mecanismos contribuyen al desarrollo agrario y a la diversificación de la producción agraria (Purroy et al., 1997). Otro aspecto que destacan estos autores es la importancia de la trazabilidad de los animales desde su origen hasta que es consumida su carne, aspecto éste, propuesto también en recientes normativas.

En España, la mayor parte de las Comunidades Autónomas, han establecido Denominaciones de Calidad, para algunos de sus productos típicos. Las Denominaciones Específicas son aplicables a productos cuyas cualidades diferenciales son debidas a la materia prima (determinadas razas) y además han de cumplir todos los requisitos de su respectiva

Reglamentación. Las Marcas de Calidad y los Labels, acreditan al producto, un conjunto de características diferenciales que les distingue de sus similares. En la mayoría de las denominaciones se concede más importancia al ámbito de la producción que a la base genética empleada en la producción de carne (Jimeno et al., 1996), y sólo las denominaciones Avileña, Morucha y Retinta, contemplan la exigencia de que sean razas puras exclusivamente, contribuyendo a la conservación de un patrimonio genético muy valioso.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.- CONCEPTO DE CALIDAD

Son muchas y variadas las definiciones que a lo largo de los últimos años se han dado acerca de la calidad. La calidad de un producto, en sentido genérico, se puede definir, como el conjunto de características que le confieren una mayor aceptación y un mayor precio en el mercado.

Sánchez et al. (1998), comparten la vieja definición de calidad como "Poder de atracción sobre el comprador y capacidad para satisfacer a éste cuando se le convierte en consumidor". Son varias las definiciones de calidad que se recogen dentro de la misma "la capacidad para responder a las necesidades de la demanda", lo que conlleva capacidad para ofrecer una calidad constante (productos uniformes) y asegurar esa calidad al consumidor (controles de calidad).

El término calidad es complejo de definir cuando se aplica a un alimento, debido a la diversidad de factores que están implicados en su manejo, pero en cualquier caso, se puede aceptar que la calidad es la adecuación del producto al uso que se le vaya a dar (Touraille, 1991).

Además el concepto de calidad es dinámico, en el sentido que varía con el tiempo y con el espacio. A esto hay que añadir una serie de aspectos que pueden concebirla de forma diferente, como son los de índole geográfico, cultural, religioso, psicológico, etc.

La investigación sobre calidad de la canal y de la carne es una disciplina práctica, enfocada fundamentalmente a la mejora de la capacidad del sector cárnico para satisfacer las demandas de los consumidores en carnes y productos cárnicos de calidad a un precio aceptable (Kempster, 1989).

Al hablar de la calidad de la carne, hemos de considerar las cualidades que constituyen el valor sensorial (calidad organoléptica) y nutritivo (calidad nutritiva) de la misma, junto con una serie de propiedades funcionales necesarias en el procesado y la fabricación de los productos cárnicos (aptitud tecnológica); según algunos autores se debe incluir también la calidad higiénico-sanitaria (Touraille, 1991) como garantía de no producir un riesgo para la salud del consumidor, aspecto éste que entendemos debe considerarse prioritariamente.

Hofmann (1987), agrupa las características o factores de calidad de la carne en cuatro grandes grupos (Tabla 1):

1.- Factores sensoriales
2.- Factores nutricionales
3.- Factores higiénicos y toxicológicos
4.- Factores tecnológicos

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Tabla 1: Clasificación de algunos factores de calidad de la carne (Hofmann, 1987).

SENSORIALES	NUTRICIONALES	HIGIÉNICOS	TECNOLÓGICOS
Color	Proteinas	Bacterias	Estructura
Exudación	Aminoácidos	Esporas	Textura
Grasa infiltrada	Acidos grasos	Hongos	Consistencia
Olor	Vitaminas	pH	Viscosidad
Gusto	Minerales	Actividad de agua	Color
Aroma	Digestibilidad	Potencial redox	CRA
Contenido graso	Valor biológico	Aditivos	Estado de proteinas
Composición grasa		Contenido graso	Estado de grasa
Terneza		Toxinas	Tejido conjuntivo
Textura		Resíduos	pH
Jugosidad		Composición grasa	Humedad
pH		Colesterol	

No existe una clara conexión o interrelación entre la calidad de la canal y la calidad de la carne. El actual sistema de valoración visual de las canales es insuficiente y no permite emitir juicios precisos sobre índices de calidad de carne como la palatabilidad (Kirton, 1989).

Cada día existe un mayor interés por parte de todos los sectores implicados en la producción y comercialización de la carne en esforzarse por satisfacer esa calidad que el consumidor tanto demanda, ya que en definitiva es éste el que tiene la última palabra. Esto se ha traducido en el desarrollo de diversas iniciativas y actuaciones con el fin de promocionar la carne de calidad, en las que se encuentran implicados tanto la Administración, como asociaciones de criadores, sector comercializador y consumidores.

2.-CALIDAD DE LA CANAL

Las características de la canal tienen una gran importancia desde el punto de vista económico, ya que como indicó Colomer-Rocher (1976), las transacciones comerciales en el mercado de la carne tienden a realizarse cada vez más sobre la canal y menos sobre los animales en pie. Esta afirmación sigue siendo totalmente válida en la actualidad.

Para Soltner (1971), la calidad de la canal es el grado de adaptación a la carnicería, es decir, la aptitud de una canal para dar al carnicero el máximo de músculos, y el mínimo de huesos, desechos de grasa y aponeurosis.

La calidad de una canal en cualquier mercado depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo, grasa y desechos, ya que ésto es lo que se va a consumir (Ruíz de Huidobro et al., 1996). Estas proporciones varían de unas canales a otras, por lo que se puede decir que el valor de una canal depende principalmente del crecimiento diferencial y del desarrollo que ha tenido lugar desde el momento de la concepción hasta el sacrificio.

De acuerdo con el Reglamento(CEE) del Consejo nº 1208/81, la canal bovina se define como el cuerpo entero del animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, separada la cabeza a nivel de la articulación occípito-atloidea y sin extremidades, que se cortarán a nivel de las articulaciones carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana. La canal podrá conservar o no los riñones y la grasa de riñonada y de la cavidad pelviana; carecerá de vísceras torácicas y abdominales, así como de órganos sexuales y sus músculos, de ubre y de grasa mamaria.

Las características de calidad de las canales se establecen a partir del peso de la canal en caliente, la conformación y el grado de engrasamiento. Proporcionan estos parámetros, junto con las categorías y basándose en interrelaciones calculadas, información sobre el músculo, la grasa y el hueso en la canal, sobre la cantidad y composición de las piezas, la cantidad de tendones y la constitución de la musculatura y el tejido graso (Schön, 1973).

3.-PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CANAL Y FACTORES QUE INFLUYEN

3.1.- CONFORMACIÓN

3.1.1.- GENERALIDADES

La conformación es equivalente a la morfología o forma de una canal, y a través de su evaluación, se pretende medir la cantidad de carne vendible o consumible, especialmente de sus partes más selectas (Sañudo et al., 1997). La conformación se ha definido como el espesor de la carne y de la grasa subcutánea con relación a las dimensiones del esqueleto. Es la forma general de la canal, su grado de redondez y de compacidad. La Comisión de Estudio sobre Producción Bovina de la Asociación Europea para Producción Animal define la conformación como el espesor de los planos musculares y adiposos en relación al tamaño del esqueleto (De Boer et al., 1974).

La conformación de la canal, como medida de la composición y calidad, ha sido durante un tiempo bastante discutida, presentándose incluso planteamientos antagónicos (Boccard y Dumont, 1960; Colomer-Rocher et al., 1982). Sin embargo la decisión última se posiciona en el sentido de incluirla en el sistema de clasificación de canales, por ser las mejor conformadas las que proporcionan una mayor proporción de los cortes de más valor comercial. Además la conformación de la canal es un carácter susceptible de estimarse mediante apreciación subjetiva y de cuantificarse objetivamente, a través de la toma de una serie de medidas.

El método más extendido para la valoración de la canal es la apreciación visual de los perfiles de las diferentes regiones anatómicas de ésta, mediante comparación con patrones fotográficos (Kempster et al., 1982), utilizando escalas de puntuación variable. El método más reciente y generalizado para determinar la conformación consiste en establecer una escala creciente de clases de conformación, tomando como referencia modelos fotográficos como el que propone el sistema comunitario en vigor, R. (CEE) nº 1208/81, R. (CEE) nº 2930/81 y R. (CEE) nº 1026/91, que tiene su origen en la utilización de siluetas, perfilómetros o en la medición de superficies como la propuesta de Bass et al. (1977) en la que se valoraba la

superficie, en el plano, de la región de la pierna que queda dentro de un triángulo definido por puntos anatómicos precisos, cuyos vértices corresponden al centro de la cara interna de la articulación tarso-metatarsiana, al borde anterior de la sínfisis isquiopubiana y al centro del borde anterior de la primera costilla.

Cabrero (1991) define la conformación, como aquella característica que evaluada subjetivamente pretende estimar el contenido en carne de una canal, considerando especialmente las zonas donde se ubican los mejores cortes de la misma.

Una canal bien conformada es aquella en la que predominan los perfiles convexos sobre los cóncavos, y las medidas de anchura sobre las de longitud.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

3.1.2.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CONFORMACIÓN

3.1.2.1.- EL PESO

El aumento de peso conduce a una mejora en la conformación, haciéndose la canal con el tiempo más corta, ancha y compacta (Colomer-Rocher et al., 1980; Colomer-Rocher et al., 1986). En este aspecto también coincide Sánchez et al., (1997), que apuntan que el mayor porcentaje de canales mejor conformadas se incluyen dentro de las categorías de mayor peso. Igualmente, a medida que aumenta el peso de las canales, se incrementa el número de canales con mayor cantidad de grasa de riñonada y mayor infiltración de grasa muscular. Por último, un aumento de peso se refleja por un incremento de los espesores musculares y acúmulos adiposos (García de Siles et al., 1977; Colomer et al., 1980; Bass et al., 1981). More O´Ferrall y Keane (1990) observaron que las diferencias de conformación, entre distintos cruces industriales de Frisón, perdían importancia al aumentar el peso de sacrificio. Algunas de las diferencias en las características de la canal se deben en gran parte a las diferencias en los pesos de las canales, especialmente en lo referente a la valoración de conformación (Andersen e Ingvartsen, 1984). La conformación de la canal, valorada subjetivamente, tiende a aumentar a medida que lo hace el peso de sacrificio (Kempster et al., 1982; More O´Ferrall y Keane, 1990).

La alimentación modifica la conformación de los animales y de sus canales. More O´Ferrall y Keane (1990), observaron que unos ritmos de crecimientos altos (dieta alta en energía) durante el acabado mejoran significativamente la conformación. Otros manejos, como una mayor duración del cebo (Keane et al.,1989) o una alimentación *ad libitum* frente a una restringida (Andersen e Ingvartsen, 1984) también permiten obtener canales mejor conformadas.

3.1.2.2.- LA RAZA

La raza afecta a las características de peso, conformación, estado de engrasamiento y composición física de la canal (Cabrero, 1991; Martín et al., 1992; Keane, 1994). En un trabajo desarrollado por Font et al., (1995) con terneros de raza Bruna y de Charolés x Bruna, observan que el cruzamiento Charolés x Bruna tiene un 86 por ciento de las canales clasificadas con nota "U" frente al 68 por ciento que presenta la raza Bruna en las canales de los machos. Albertí et al., (1997)
en un estudio realizado con terneros de 7 razas españolas, encuentran también diferentes notas de conformación, correspondiendo la nota "U" a las canales de razas Asturiana y Pirenaica y "R" a las canales de razas Avileña, Morucha, Parda, Retinta y Rubia Gallega.

3.1.2.3.- LA EDAD

La edad del animal, según publican García de Siles y Gálvez (1976) y posteriormente Sánchez et al., (1997), afecta exclusivamente a la conformación de las canales de las clases extremas, de tal manera que a medida que aquélla aumenta, el porcentaje de canales de la categoría "U" apenas se modifica, las de categoría "R" van disminuyendo paralelamente en favor de las canales de las categorías "E" y, sobre todo, de "O".

García de Siles et al., (1982), sacrificando animales con igual peso pero distinta edad, observaron que el engrasamiento (espesor de la grasa subcutánea) variaba de forma importante, pero no vieron que la edad afectase a la conformación de la canal si se consideraba el engrasamiento como covariable.

3.1.2.4.- EL SEXO

Sueiro et al., (1995), en un trabajo desarrollado sobre "ternera gallega", afirman la influencia del sexo, edad y peso en la conformación. Carballo et al., (1995) encuentran diferencias significativas en la conformación por el efecto sexo, correspondiendo una mayor clasificación a los machos que a las hembras, dado que son canales más pesadas, de mejor conformación y algo más magras. Dios et al., (1997) también coinciden en la anterior afirmación.

3.2.- ESTADO DE ENGRASAMIENTO

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

3.2.1.- GENERALIDADES

El estado de engrasamiento se define como la proporción de grasa que presentan las canales respecto de su peso. Es uno de los factores que producen mayor variación en el valor comercial de una canal (Briskey y Bray, 1964) y por lo tanto, es el criterio de calidad más importante en la clasificación comercial de las canales, ya que el nivel de grasa influye en la terneza de la carne (las canales más grasas se enfrían más lentamente, por lo que se hacen más tiernas).

El estado óptimo de engrasamiento es el que compagina la cantidad mínima de grasa para satisfacer los gustos del consumidor con la cantidad suficiente para asegurar las condiciones de suculencia de la carne, de presentación y de conservación de la canal (Ruíz de Huidobro et al., 1996). La grasa de cobertura protege a la canal de las pérdidas de agua durante la conservación en refrigeración o congelación, y su reparto es el principal factor de estimación del estado de engrasamiento de las diferentes piezas de la canal desde el punto de vista de apreciación del consumidor. Este carácter presenta una gran importancia para la valoración de la canal..

La determinación del estado de engrasamiento se suele realizar mediante la calificación del estado de engrasamiento y la apreciación de la cantidad de grasa presente en la cara interna de la cavidad torácica y en el acúmulo pélvicorrenal.

El estado de engrasamiento , ejerce una notable influencia en la cantidad de carne vendible, entre canales de peso semejante (Ramsey et al., 1963; Cuthbertson, 1979). y por este motivo debe de ser considerado por el ganadero para tratar de adaptar su producción a los gustos del mercado (Cabrero, 1991).

3.2.2.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ESTADO DE ENGRASAMIENTO

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

2.1.1. EL PESO

Por el propio desarrollo morfológico del animal, se puede afirmar que a medida que se aumenta el peso de la canal, se incrementa también el grado de engrasamiento.

2.1.2. EL SEXO

El sexo también influye significativamente en las características de cobertura de grasa del riñón, color de la grasa subcutánea y color del músculo. Los machos depositan menos grasa de riñonada que las hembras; y así mismo el color, tanto de la grasa subcutánea como el del músculo, es más blanco y rosado, respectivamente en machos que en hembras (Sánchez et al., 1997). Carballo et al., (1995), también encuentran diferencias en el estado de engrasamiento, siendo mayor éste en las hembras que en los machos.

2.1.2. LA ALIMENTACIÓN

Este punto se revisará más adelante, en el apartado de composición de la canal.

2.1.3. LA RAZA

Font et al., (1995) no encuentran diferencias significativas en el estado de engrasamiento en animales de raza Bruna y Charolés x Bruna. Sin embargo, Albertí et al,. (1997) observan diferencias en terneros de 7 razas españolas, correspondiendo los mayores valores a las razas Retinta, Avileña y Morucha y los menores a la Asturiana y Pirenaica.

3.3.-PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL

3.3.1.- GENERALIDADES

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Comercialmente, el peso es el que determina el valor de una canal, ya que la industria comercia sobre la base de precio por kilo (Harris, 1982) y también es empleado como factor de clase por algunos sistemas de clasificación (Flamant y Boccard, 1966).

El peso constituye un indicador de la cantidad de músculo de la canal (Barton y Kirton, 1958; Tulloh, 1963; Berg y Butterfield, 1966; Russel y Barton, 1967; Robelin et al., 1974) al estar ambos íntimamente relacionados, como también lo es de otros criterios de calidad: conformación, composición regional, cantidad de grasa, hueso y composición química de la carne. El aumento del peso de la canal se refleja en un incremento de los espesores musculares y acúmulos adiposos, y por lo tanto de las dimensiones de la canal, así como de todos los componentes que la forman (Sañudo et al., 1997). En valor relativo, un aumento del peso de la canal supone un incremento del tejido adiposo y de las zonas de madurez tardía, una disminución del tejido óseo y de los componentes de desarrollo precoz y una estabilización, más o menos clara, del tejido muscular y de las zonas isométricas, es decir, aquéllas cuyo crecimiento es proporcional al crecimiento del todo. No obstante, a peso canal constante, es la grasa el principal componente responsable de la variación del resto de los componentes.

Brungardt y Bray (1963) opinaban que el peso de la canal es un indicador deficiente del porcentaje de carne comestible de una canal, mientras que Henderson et al., (1966), encontraron una pobre relación entre el peso de la canal y el porcentaje de carne que contiene.

El rendimiento de la canal se define como el cociente entre el peso de la canal caliente y el peso del animal vivo, expresado en porcentaje.

3.3.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PESO Y RENDIMIENTO CANAL

Sañudo et al., (1997), proponen una serie de factores que influyen en el peso y rendimiento a la canal en mayor o menor medida entre los que figuran factores intrínsecos (raza, individuo, sexo, edad), factores productivos (alimentación, sistema de explotación, aditivos y finalizadores) y factores pre y postsacrificio (ayuno y transporte, temperatura y tiempo de refrigeración). A continuación se enumeran algunos factores que destacan por su marcada influencia:

3.3.2.1. EL PESO

El rendimiento a la canal depende del peso vivo, de forma que los animales más pesados tienen mayores rendimientos a la canal que los animales de menor peso (Seebeck y Tulloh, 1966), el rendimiento a la canal aumenta a medida que aumenta el peso de sacrificio (Butler-Hogg et al., 1981; Kempster et al., 1982; More O´Ferrall y Keane, 1990), del contenido del tracto digestivo y del contenido de grasa (Sainz y Torre, 1993). Según Gómez, (1974), una alimentación con concentrados produce una mayor deposición de grasa, aumentando el rendimiento a la canal.

3.3.2.2. LA EDAD

Según Preston y Willis, (1974), el rendimiento de la canal aumenta también con la edad.

Martín et al., (1992), apunta que el efecto que cabe esperar de la edad de sacrificio sobre el rendimiento a la canal es un aumento paralelo, debido a un aumento del contenido en grasa de la canal.

3.3.2.3. LA RAZA

Kempster et al. (1982) afirman que el rendimiento a la canal es una medida del grado de muscularidad en canales poco engrasadas. Las razas cárnicas, alcanzan rendimientos de hasta el 60%, mientras que las razas lecheras no sobrepasan el 55% (Geay, 1978).

Para algunos autores (Kirton y Barton, 1962; Espejo y Colomer-Rocher, 1972; Berg y Buttterfield, 1976), el rendimiento a la canal es un dato sin importancia, ya que enmascara otros factores. Estos autores afirman que para que fuese un dato interesante, habría que describir las condiciones de las pesadas en vivo y de la canal, así como describir el faenado. El aumento del rendimiento va ligado a la deposición de grasa, pero también depende del peso de los despojos. En esta línea queremos resaltar las diferencias en el peso de la piel en las razas autóctonas más rústicas.

Son varios los autores que hacen referencia a las diferencias interraciales en cuanto al rendimiento a la canal (Butler- Hogg et al., 1981; Bailey y Lawson, 1989; Martin et al., 1992) apuntando algunos (Bailey et al., 1984; Martin et al., 1992) que las razas más musculosas tienen un mayor rendimiento a la canal aun cuando se comparen con una conformación estándar. Sin embargo, en otros trabajos se ha visto que no existen diferencias del rendimiento a la canal entre genotipos cuando se comparaban a igual edad, peso vivo o nivel de engrasamiento (Koch et al., 1976).

Albertí et al., (1997), encuentran mayores rendimientos a la canal en los terneros de las razas Asturiana, Pirenaica, Rubia Gallega y Parda Alpina, mientras que los de las razas Avileña, Morucha y Retinta presentan rendimientos a la canal por debajo del 58 por 100.

3.3.2.4. EL SEXO

Carballo et al., (1995), observan unos mayores rendimientos a la canal en los machos que en las hembras. Dios et al., (1997), también confirman la conclusión anterior.

3.4.- COMPOSICIÓN DE LA CANAL

3.4.1.- GENERALIDADES

Desde el punto de vista anatómico, de la composición regional de la canal resultan una serie de piezas comerciales que se clasifican en distintas categorías en función de su terneza potencial. De esta forma, a las piezas de mayor terneza, como es el caso del solomillo, les corresponde una categoría extra.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Desde el punto de vista histológico, la canal está formada por numerosos tejidos (muscular, óseo, adiposo, conjuntivo, epitelial, nervioso, sangre, linfa), pero desde el punto de vista productivo, interesan los tres primeros.

En una canal existen una gran variedad de componentes tisulares distintos que de forma práctica se resumen en tres: grasa, músculo y hueso. Esta composición tripartita depende del crecimiento alométrico de los tres componentes citados que son 0,85, 1,0 y 1,5 (Tulloh, 1963) para el hueso, músculo y grasa, respectivamente. En consecuencia, cuando el animal va teniendo más edad (madurando) y aumentando en peso absoluto, la proporción de grasa en la canal aumenta proporcionadamente, el porcentaje de hueso disminuye y el de músculo se mantiene constante (Sañudo et al., 1997).

La valoración cuantitativa de una canal comprende la evaluación de los principales tejidos que la componen (óseo, muscular y adiposo), determinando la cantidad y la proporción en la que se encuentran. Desde el punto de vista económico, la relación entre estos parámetros constituye el determinante casi exclusivo del valor económico del animal (Luengo et al., 1990). El peso del animal influye, de forma que Brea et al., (1997), afirman que el aumento de 250 a 350 kg de peso vacío, supondría una disminución de agua y de proteína de un 1,26 y un 0,07 por 100, respectivamente y un incremento de 0,18 y 1,05 por ciento en la proporción de ceniza y lípidos del cuerpo del animal.

Según Robelin et al., (1986), la canal ideal es aquella que tiene un alto porcentaje de tejido muscular, una cantidad suficiente de grasa infiltrada y una proporción de grasa de cobertura limitada, que reduzca las pérdidas durante el faenado de la canal y de la carne, y, por lo tanto, disminuya los costes de producción.

Wolf y Smith (1983) proponen que exista una proporción máxima de músculo, una proporción mínima de hueso y unos niveles óptimos de grasa. Este último carácter es importante, ya que las canales requieren un mínimo de grasa subcutánea, necesaria para minimizar las pérdidas de humedad de la canal tras el sacrificio y protegerla de la desecación y de la contaminaciones bacterianas en la cámara frigorífica (Cuthbertson y Kempster, 1979).

* LA GRASA

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

La grasa es el componente físico de la canal que presenta mayor variabilidad en el aspecto cuantitativo y cualitativo (Briskey y Bray, 1964) y condiciona la proporción relativa de los otros dos componentes de la canal (Berg y Butterfield, 1976).

El tejido adiposo de la canal esta constituido por cuatro tipos de grasa: la interna, la intermuscular, la subcutánea y la intramuscular.

La grasa de cobertura protege a las fibras musculares del fenómeno del acortamiento del frío o “cold shortening” (Smith et al., 1976). Delfa (1994), apunta que la grasa protege la canal de las pérdidas de agua en la conservación evitando las quemaduras del músculo.

El espesor de la grasa de la canal es la característica con efectos mayores sobre el rendimiento de la carne (Boggs y Merkel, 1984), conforme aumenta el espesor de la grasa, el rendimiento de carne magra disminuye. Crouse y Dikeman (1976), encontraron una correlación de r = -0,79 entre el espesor de la grasa en la duodécima costilla y el porcentaje de carne magra en la canal.

Tanto la cantidad como la composición de la grasa, puede variar en función de la especie animal, la edad, el sexo, el régimen alimenticio, la localización anatómica y el entorno medioambiental (Kempster, 1981).

Así se comprueba que la canal porcina tiene mayor cantidad de grasa subcutánea que la del ganado vacuno, y centrándonos en esta última especie, el vacuno lechero tiene mayor cantidad de grasa interna que el de aptitud cárnica presenta mayores depósitos de grasa subcutánea, también llamada grasa de cobertura (Lister, 1980). En todas las especies animales, existe una elevada relación positiva entre la cantidad de grasa intramuscular o de infiltración y el de grasa total de la canal (López-Bote, 1992).

Según Johnson et al., (1972), con el aumento del peso y de la edad, la grasa total también se incrementa, correspondiendo las mayores cantidades a la intermuscular, seguida de la subcutánea, intramuscular e interna (renal y pélvica). Para Robelin et al, (1974), el orden cronológico de deposición de la grasa establecido para los bovinos enteros es: intermuscular, interna, subcutánea, y por último, intramuscular.

Ya en 1965, King et al., observaron que todas las medidas de la grasa de la canal están correlacionadas entre sí. Según Kempster (1980), el crecimiento de la grasa pélvica y renal, en relación a los demás depósitos grasos, es el que presenta más variaciones en las diferentes fases de desarrollo.

La grasa intramuscular en la canal está influenciada por varios factores, como son el sexo, la raza, la alimentación y la edad. Conrad et al., (1966), encuentran una mayor proporción de grasa intramuscular en las hembras que en los machos enteros. Para García de Siles (1973) y Scarth et al., (1973), la raza influye en el nivel de grasa intramuscular de las canales. Según Preston y Willis (1974), los efectos de nutrición y engrasamiento se superponen, al observar diferencias en el grado de engrasamiento de canales de animales sacrificados a la misma edad.

Delfa (1994), señala que la grasa intramuscular da el sabor y el aroma característico y particular a la carne de cada especie. En esta afirmación coincide también Gandemer (1998).

La composición de los ácidos grasos de la grasa de la canal varía según la localización anatómica, especie, raza, sexo, etc (López y Carballo, 1991). La composición en ácidos grasos, además de ser importante para la consistencia, influye en la calidad organoléptica. La

grasa de la canal excesivamente blanda, y por tanto, insaturada, no es deseable por su fácil tendencia al enranciamiento y su consiguiente mala conservación. Existe un gradiente en el grado de saturación, dependiendo de la localización de la grasa en la canal, siendo más saturada cuanto más distante esté de la superficie del cuerpo. Así, la grasa subcutánea es la más insaturada.

Según Lizaso et al., (1997), en un estudio realizado en terneros de raza Pirenaica, observan que la grasa intramuscular presenta un mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados que la subcutánea, siendo este tipo de ácidos grasos recomendables desde el punto de vista de la salud humana y además son los que contribuyen al flavor de la carne cocinada. Estos autores coinciden con Hood y Allen (1971), en que con la maduración de la carne, se produce un descenso significativo de los ácidos grasos saturados (mirístico y palmítico) y un incremento de los ácidos grasos poliinsaturados (linoleico y araquidónico), especialmente en la grasa intramuscular.

Según Delfa, (1994), el grado de saturación de la grasa interna aumenta hasta un año de edad y a partir de este momento la grasa se hace más insaturada, tanto más cuanto mayor es el grado de engrasamiento.

Ackerson et al., (1976), afirman que el contenido de los ácidos grasos en la grasa de los bovinos puede modificarse mediante al modificación de la dieta.

Bajo el aspecto de salud humana, sería deseable que las grasas de los rumiantes fueran altamente insaturadas, y, por tanto blandas (Cuthbertson, 1979), sin embargo, de cara al consumidor la grasa insaturada no es deseable por su sabor aceitoso.

También el color de la grasa, influye en las preferencias del consumidor (Barton, 1970). Según Maynard, (1947); Wood, (1984), en los bovinos el color amarillo se debe a la presencia de los carotenos, y para Ziegler, (1968), con la edad del animal, la grasa se vuelve más amarillenta.

3.4.2.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPOSICIÓN TISULAR

Las diferencias de velocidad, orden y extensión del desarrollo de cada parte anatómica y de cada tejido son las responsables de la variación en conformación y en composición química y anatómica de los animales de diferentes pesos y razas (Berg y Butterfield, 1976; Butterfield, 1988).

3.4.2.1.- EL PESO

El peso de la canal influye en la composición tisular y en el tamaño de los músculos de las piezas. Esto es de gran importancia, ya que la aceptabilidad del consumidor está afectada por el tamaño de las piezas (Harris, 1982), que es un reflejo directo del peso de la canal, ya que la proporción que representa cada pieza dentro de la canal varía con el peso de sacrificio.

Kirton (1976), afirma que el peso de la canal está relacionado con la composición, ya que las canales más pesadas tienen menos proporción de hueso y músculo, y más de grasa.

Su determinación es muy importante, ya que dentro de un grupo de animales del mismo sexo y raza, el peso de la canal puede predecir más fiablemente la composición de la canal que algunos índices propuestos para ello (Cuthbertson y Kempster, 1979), pués conforme aumenta el peso de la canal, el rendimiento de carne magra disminuye (Butterfield, 1974).

El peso de la canal es un factor importante en la estimación de su composición. Allen et al., (1968), encontraron un efecto significativo del peso de la canal en los pesos de la grasa, músculo y hueso. A peso de canal constante, el tejido graso es el que altera la proporción de los otros componentes y de las distintas regiones anatómicas o piezas comerciales que puedan obtenerse de canales de peso similar (Colomer, 1979).

3.4.2.2.- LA RAZA

La raza influye en el formato del animal adulto. Cada raza tiene un patrón característico en la deposición del tejido graso. Wood et al., (1980) observan que las razas mejoradas poseen

mayor cantidad de grasa subcutánea, mientras que las no mejoradas poseen más cantidad de grasa pélvicorrenal y omental.. Según Boccard y Duplan (1961), la velocidad de crecimiento está alta y positivamente correlacionada con la deposición de la grasa, tanto más cuanto menor es el formato de la raza. Algunos trabajos indican que para un mismo peso de canal, el grado de engrasamiento es función del sexo (Wynn y Thwaites, 1981), del tipo de alimentación y de la raza del animal (Valls, 1980).

El genotipo determina diferencias en la velocidad de desarrollo de los distintos grupos de tejidos (razas precoces y razas tardías), por lo que también afecta al desarrollo tanto del músculo, como del hueso.

La raza influye en la composición de la canal, sin embargo, el grado de disparidad depende de como se hacen las comparaciones. Cuando éstas se hacen a la misma edad, mismo peso o mismo grado de acabado, es difícil cuantificar la superioridad de una raza sobre otra en términos que sean aplicables a otras situaciones (Zea y Díaz, 1990). Las canales de Rubia Gallega y Asturianas resultan muy parecidas cuando los animales se sacrifican al mismo peso (Alenda y Cabrero, 1988). Lo mismo ocurre entre Frisona y Rubia Gallega, cuyas canales son muy parecidas en cuanto a porcentaje de carne, hueso y grasa (Zea et al., 1985). Zea y Díaz, (1990), insisten en que las canales de distintas razas con un mismo grado de acabado, tienen igual proporción de carne. Robelín y Geay (1979) observan grandes diferencias entre añojos de raza Frisona y Limusín, pués para un mismo peso al sacrificio (550 kg), el porcentaje de músculo es un 10,7 por 100 menor en los frisones que en los limusines, mientras que el tejido adiposo en la canal es un 8,6 por 100 mayor en los primeros.

En una experiencia desarrollada por Geay y Malterre, (1973) y Berg et al., (1978), se observan las diferencias en el porcentaje de músculo en distintas razas bovinas sacrificadas a igual peso canal (310 kg), presentando mayor porcentaje las razas más tardías y de mayor peso vivo. Por orden de superioridad están en primer lugar las razas cárnicas continentales, seguidas de las razas cárnicas británicas, a continuación están las razas rústicas y en último lugar se sitúan las razas de leche.

En el trabajo desarrollado por Albertí et al., (1997), sobre siete razas autóctonas españolas alimentadas con concentrado y sacrificados con 450 kg de peso vivo, son las razas

rústicas las que presentan mayor porcentaje de hueso, menor de músculo y mayor porcentaje de grasa.

Kempster et al. (1982), muestran en su experiencia la relación magro/hueso para cruces de hembras Frisona con machos de diversas razas. En un extremo, el Limusín y el Rubio de Aquitania tienen la relación más alta debido a la combinación de músculo grueso y estructura ósea ligera. En el otro extremo, los cruces con Holstein tienen una baja relación músculo/hueso debido a una musculatura delgada y huesos relativamente pesados.

La influencia del factor raza sobre la composición de la canal varía en función del período de acabado (Wheeler et al., 1989). El nivel energético de la dieta afecta a los ritmos de crecimiento de varios tejidos de la canal, pero la magnitud de la respuesta depende de la raza y del sexo de los animales que se consideren (Fortin et al., 1981). Las diferencias entre razas precoces y tardías en cuanto a la composición de la canal son menores cuando se consideran a igual edad de sacrificio, en lugar de hacerlo a igual peso (Wood, 1983).

3.4.2.3.- EL SEXO

Según Butterfield, (1988), los distintos sexos, macho entero, macho castrado y hembra, presentan diferentes pautas de desarrollo de los tejidos. Las mayores diferencias se producen a nivel del desarrollo del tejido adiposo, siendo las hembras las más precoces, y los machos enteros los menos.

Wynn y Thawaites (1981), afirman que los machos poseen más hueso y menos grasa que las hembras.

3.4.2.4.- LA EDAD

Este parámetro está muy relacionado con el peso del animal. Según afirman Tulloh, (1963); Boccard et al., (1964) y Boccard et al., (1976), con la edad aumenta la deposición de grasa en la canal y el progresivo amarilleamiento de ésta.

Huth, (1983) observa que la edad ejerce una influencia significativamente mayor sobre la composición corporal que las condiciones de manejo (nivel de alimentación), apuntando Coleman et al., (1993), que la edad del animal es un condicionante importante del efecto que pueda tener la restricción de la alimentación sobre la composición de la canal, de manera que no afectaría en animales jóvenes pero sí disminuiría el porcentaje de grasa y aumentaría el de agua y proteina en animales de más edad.

3.4.2.5.- ALIMENTACIÓN Y SISTEMA DE MANEJO

El nivel nutricional produce variaciones en el crecimiento ponderal del animal, y por tanto en la composición tisular de la canal. El efecto de la dieta depende desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo. Priyanto et al. (1992), apuntan que las diferencias debidas a este factor se observan principalmente cuando se comparan animales con pesos similares.

Varios autores coinciden que en el ganado bovino el nivel de alimentación alto durante el período inmediato antes del sacrificio tiene un efecto positivo en el engrasamiento del animal (Byers, 1982; Hiner y Bond, 1971; Sea, 1978; Robelin y Daenicke, 1980). Por el contrario, Korver et al. (1984), no encuentran ningún efecto de la alimentación sobre las características de la canal.

Los ritmos de crecimiento altos que se obtienen con dietas ricas en energía, aumentan la proporción de grasa en la canal (Sully y Morgan, 1982; Korver et al, 1987), aumento que también se observa al comparar una alimentación con concentrado respecto al pastoreo (Sully y Morgan, 1982) y cuando los períodos de acabado tienen una mayor duración (Keane et al., 1989). Este efecto de mayor engrasamiento con ritmos de crecimiento altos varía en función del peso que tenga el animal, pues aquellos animales que tienen menor peso van a acumular gran parte de éste durante ese período de crecimiento rápido y Byers (1982) sugiere que con unos ritmos de crecimiento altos las ganancias contienen un mayor porcentaje de grasa.

Tartari et al. (1993), encuentran diferencias en los rendimientos de la canal debidas al nivel de nutrición. Estos autores coinciden con Barriada et al. (1993), quienes además apuntan que los rendimientos de la canal son más altos en el sistema intensivo y especialmente en los pesos más bajos.

Patterson et al., (1994), en un estudio sobre los efectos del plano de nutrición y el peso de sacrificio en la composición de la canal con toros continentales de carne, observan que el plano de nutrición no afecta a la ganancia de peso de la canal, aunque el bajo nivel de nutrición produce disminuciones significativas en los depósitos de grasa de la cavidad corporal y subcutánea.

* Nivel energético

Cuando éste es elevado, el crecimiento es rápido y el animal se engrasa. Esto se debe a que la grasa es utilizada por el organismo como tampón para evitar cambios en el resto de los tejidos cuando se producen modificaciones en la ingestión de energía. Según Murray y Slezacek, (1976), el estado de engrasamiento aumenta con las raciones ricas en concentrado. En novillos del mismo genotipo, las dietas con alta energía producen un aumento de la velocidad de crecimiento y canales más pesadas y engrasadas, y una carne más veteada y más tierna, frente a dietas con menor contenido en energía.

Geay y Beranger (1969), observan que al aumentar el nivel de enegía, la respuesta del animal es variable dependiendo del tipo genético. Para una misma edad, en las canales de las razas más precoces, el aumento de energía incrementa considerablemente los depósitos grasos y disminuye el músculo y el hueso. En razas más tardías, los tejidos evolucionan todos de forma similar y no se modifica sustancialmente la composición.

En un trabajo realizado por Zea (1978), se obseva que el aumento del contenido energético de la dieta no disminuye el porcentaje de músculo, mientras que el de grasa aumenta y el de hueso desciende. En esta línea se encuentran los resultados observados por Guenther et al., (1965); Martín et al. (1966), y Swan y Lamming (1967), quienes observan que en dietas de alta energía, la proporción de hueso es menor que en terneros que reciben dietas con menos energía.

Bennet (1988) observa que las dietas de alto nivel energético aumentan los depósitos de grasa en relación a las dietas de bajo contenido en energía. Sin embargo, Haskins et al. (1967), sostienen que si se mantiene positivo el balance energético, la composición corporal, a

un peso determinado, es independiente del plano de nutrición, de la relación proteina/energía, de la relación forraje/concentrado, de la forma física de la dieta y de la frecuencia de la alimentación.

De acuerdo con las experiencias de Robelin et al., (1980) y Micol et al., (1993), las variaciones en el nivel de los aportes alimenticios, energéticos principalmente, permiten modificar la velocidad de crecimiento diario, la composición de éste y de la canal, ya que al aumentar los aportes energéticos, la cantidad de lípidos depositados aumentan tanto más cuanto mayor es la ganancia de peso. En este sentido, Berg y Walters, (1983), apuntan que el aumento del nivel energético de la ración de cebo de terneros da como resultado un aumento del porcentaje de grasa en la canal cuando se sacrifica a igual peso, aunque hay que matizar que estas modificaciones de la canal pueden variar en función de la raza del animal cebado.

* Nivel proteico

El aumento en el aporte de materias nitrogenadas da lugar a un aumento del consumo de alimento, de la velocidad de crecimiento y de la proporción de proteinas de la canal, así como a una disminución en el contenido de lípidos de ésta (Thériez et al., 1976). Según Andrewx y Orskov, (1970) los niveles más adecuados de proteina para el conjunto de machos y hembras disminuyen al aumentar el peso vivo, así como al disminuir el nivel energético de la ración. Estos mismos autores afirman que la composición de la canal depende tanto del contenido en materias nitrogenadas totales como del nivel energético de la misma, aumentando el contenido en proteina en razón directa respecto del primero e inversa respecto del segundo.

Davey et al., (1968); Kelly et al., (1963) y Haskins et al., (1967), encuentran que en añojos alimentados con cantidades crecientes de proteina, el contenido en grasa aumenta, el de agua disminuye y el de proteina se mantiene. Por el contrario, Stiles y Grieve (1974), encuentran que a medida que aumenta el nivel de proteina en la dieta, se produce un incremento del contenido proteico de la canal y una disminución en el contenido graso.

Otros autores como Danilenko et al., (1969); Robertson et al., (1970); Peterson et al., (1973); Buysse y Eeckhout, (1970), no encuentran diferencias en la composición tisular, en añojos alimentados con cantidades crecientes de proteina.

Zea (1978), no encuentra cambios importantes en la canal, al aumentar el nivel proteico de la dieta, pero sí observa una ligera tendencia a aumentar la grasa. Micol y Robelin (1990) observan que niveles muy altos de proteina digestible en el intestino delgado dan como resultado un incremento de la síntesis muscular y una limitada deposición del tejido graso.

* Tipo de dieta

Crouse et al. (1984), observan que las novillas que consumen dietas de hierba, presentan canales más ligeras que las que consumen concentrado. También Larick et al., (1987), encuentran canales de mejor calidad y mejores rendimientos cuando los novillos se alimentan con concentrado.

Albertí et al., (1994), realizan una experiencia con terneros de raza Parda y Pirenaica, en los que se trata de comparar la utilización de dietas de cebo de terneros de la categoría añojo, de tres forrajes tipo (heno de alfalfa, maíz ensilado y paja tratada), con el cebo intensivo a pienso, ofrecido con dos niveles de suplementación y con un período de acabado a pienso, o también sin el acabado en el caso de la suplementación alta. Los resultados que obtienen son los siguientes: los terneros que consumieron la dieta de pienso, son los que tuvieron mayor cantidad de grasa perirrenal y pélvica y a nivel de la 10ª costilla. Las dietas de ensilado de maíz, dieron canales más engrasadas, habiendo una correspondencia entre el estado de engrasamiento de las canales con la cantidad de pienso consumido en el suplemento y/o acabado. Las canales de los terneros que consumieron las dietas de paja tratada fueron las menos magras.

Mamaqui, (1996) alimentando terneros de raza Parda Alpina y de Pirenaica con dos raciones diferentes, una con un pienso testigo y la otra con un 18% de mandioca y un 22% de gluten feed en sustitución de cereal en el pienso, no encuentra diferencias significativas en el porcentaje de músculo, grasa y hueso, ni entre razas, ni entre dietas.

* Duración del acabado y sistema de explotación

Existen algunos trabajos, acerca del efecto de la duración del acabado en la calidad de la canal. Aalhus et al., (1992), observan que a medida que aumenta éste, se incrementa el grosor de la grasa de la canal, así como el rendimiento de la canal.

El sistema de explotación afecta al tamaño de las piezas. Los animales criados en pastoreo presentan mayor proporción de los músculos que forman la pared abdominal, debido al mayor volumen del alimento ingerido (Butterfield y Berg, 1966; Butterfield y Johnson, 1971), así como un aumento del tamaño de las extremidades, debido a las mayores necesidades de locomoción que presentan estos animales respecto a los que están estabulados.

Zea y Díaz (1987), estudian este efecto en terneros procedentes de un sistema de alimentación a base de pasto, encontrando que la duración del acabado produce un aumento de peso, que se traduce en un aumento del porcentaje de grasa y una disminución de la carne y del hueso en la canal.

Los sistemas de manejo pueden afectar a la calidad de la canal a través de las diferencias de concentración energética de la ración, al influir sobre el peso y los porcentajes de carne, grasa y hueso (Robelin, 1984; Keane y O´Ferrall, 1992).

Carballo et al., (1997), no aprecian diferencias entre las canales de los animales acabados con un período más o menos largo de cebadero frente a los de un manejo intensivo.

* Uso de aditivos

Las variaciones en la composición tisular de la canal son debidas a los cambios homeorréticos, conjunto de procesos que dirigen y priorizan la utilización de nutrientes, que determinan en general un aumento del tejido muscular debido a una menor degradabilidad de las proteinas y una disminución del tejido adiposo, tanto por actividades de carácter lipolítico como antilipogénico. En este sentido el uso de algunos aditivos, produce variaciones en la composición tisular. Tal es el caso descrito por Hanraham et al., (1986), en que el efecto del empleo de Cimaterol en novillos de Raza Frisona, produce un aumento de un 10 por 100 en el

porcentaje de músculo, y una disminución del porcentaje de hueso en la canal de un 8 por ciento. Vanbelle y Tellier, (1991), apuntan la mejora de la conformación (18-22 por ciento) con el empleo de β-agonistas en el ganado vacuno.

3.4.2.6.- VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

La ganancia de peso media diaria depende de factores genéticos (Desvignes et al., 1966) y de factores de cría, principalmente del nivel alimenticio (Pálsson y Vergés, 1952). Estos factores además de modificar la curva de crecimiento de los animales, también modifican la composición corporal (Boccard y Duplan, 1961) y el desarrollo anatómico (Knight y Foote, 1965), los cuales dependen también del peso al sacrificio (Carrol, 1967; Lambuth et al., 1970).

Según Boccard y Duplan (1961) y Boccard et al.,(1964), el crecimiento diferencial depende de dos factores a la vez (la edad y el peso vivo), es decir, de la velocidad de crecimiento. Esta última no influye en las proporciones de las distintas regiones corporales, pero sí sobre la proporción de los distintos tejidos, de forma que a mayor velocidad de crecimiento, se produce una menor proporción de tejido muscular y una mayor proporción de tejido adiposo.

Murray et al., 1974; Murray y Slezacek, (1976), apuntan que el crecimiento compensador en los animales produce mayor engrasamiento, especialmente en los depósitos de grasa intermuscular y subcutánea, sin embargo, otros autores como Ledin, (1983) y O´Donovan, (1984) indican que ésto es variable dependiendo de la edad del animal (antes o después de la pubertad) y también del período de subalimentación.

García et al., (1997), afirman que en el transcurso del crecimiento se produce un cambio en la proporción relativa de los distintos componentes del cuerpo, de forma que la proporción de la canal aumenta con el aumento del peso vacío.

3.5.- INTERRELACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA CANAL

Para estados de engrasamiento semejantes y un mismo peso canal, la conformación depende del genotipo, que es una de sus principales fuentes de variación Las diferencias de conformación intra-genotipo dependen del peso, engrasamiento, etapa del desarrollo y del sexo (Sañudo et al., 1997). Dumont (1978), opina que la mayor variación en la conformación entre razas, con el mismo peso de músculo, se debe a la variación en la longitud de los huesos. Las razas bovinas presentan diferencias significativas en la relación músculo/hueso. A peso de canal constante, el peso del hueso o de la grasa difieren en función de los genotipos (Berg y Butterfield, 1966).

Albertí et al., (1997), en un trabajo realizado sobre siete razas autóctonas españolas, llegan a la conclusión de que las razas de crecimiento rápido como la Pirenaica y Rubia Gallega, las de doble grupa como la Asturiana de los Valles y las de aptitud mixta, como la Parda Alpina, presentan mejor conformación, mejor rendimiento a la canal, mayor índice de compacidad y menor engrasamiento, que razas precoces, de carácter rústico, como la Avileña Negra-Ibérica, la Retinta y la Morucha, cuyas canales se caracterizan porque presentan una conformación media , un mayor engrasamiento, un menor índice de compacidad y un menor rendimiento a la canal. Esta afirmación no coincide con Luitingh, (1962), quien asegura que la mejora de la conformación lleva aparejado un aumento del nivel de engrasamiento y por tanto una disminución de cortes de más valor. Las experiencias de Butler (1957) y Kidwell et al. (1959), indican que a peso de canal constante y estado de engrasamiento similar, la conformación tiene alguna influencia, aunque poca, en el porcentaje de piezas de primera categoría. Para Dumont et al.,(1961) a peso de canal constante, el peso del tejido muscular presenta muy poca variabilidad, sin embargo la variabilidad de cada músculo considerado aisladamente es muy notable. En esta afirmación también coinciden Butterfield y Johnson (1968). Según Butterfield (1963), la conformación tampoco es consecuencia del diferente desarrollo muscular y a peso de musculatura constante, la importancia relativa de cada músculo no varía con la conformación. Martín et al., (1966) encontraron una relación músculo/hueso más alta en las canales de superior conformación. En contraposición, Kempster y Harrington (1980) opinan que la relación entre la conformación y la composición de la canal es moderada o baja, no explicando la variación de conformación más del 30% de los cambios en la composición.

Wright et al., (1987) al considerar animales de distinto genotipo, con igual nivel de engrasamiento, no observan diferencias en la conformación, tan sólo en el peso de sacrificio. More O´Ferrall y Keane (1990) vieron que las diferencias de conformación, entre distintos cruces industriales de Frisón, perdían importancia al aumentar el peso de sacrificio.

Según Boggs y Merkel, (1984) el espesor de la grasa en la canal, es la característica con efectos mayores sobre el rendimiento en carne. Numerosos estudios han demostrado que conforme va aumentando el espesor de la grasa, el rendimiento de carne magra disminuye.

Las diferencias en la distribución de los tejidos pueden reflejarse en los rendimientos que se obtienen al despiece. Koch et al., (1982) señalan que la heredabilidad del carácter rendimiento al despiece es alta. En varios trabajos se encuentran diferencias importantes, debidas al genotipo en el rendimiento al despiece (Griffin, 1984; Keane, 1990) aunque también en otros (Huth, 1983) no se han detectados esas diferencias. Wheeler et al., (1989), afirman que los terneros de razas precoces producen de un 2 a un 10 por ciento menos de producto comercial que los de razas tardías. La edad parece no afectar al rendimiento cárnico al despiece de terneros sacrificados desde 10 a 18 meses (Martin et al., 1992), si bien la cantidad de carne producida sí aumenta significativamente en novillos de 18 meses respecto a los de 9, 12 y 15 (Riley et al., 1986). El aumento del peso al sacrificio, disminuye la proporción que representan los músculos más caros: pistola (Andersen e Ingvartsen, 1984) y cuarto trasero (Keane et al., 1989; Shahin et al., 1993).

4.- TRANSFORMACIÓN DEL MÚSCULO EN CARNE

4.1.- GENERALIDADES

La carne es el resultado de una serie de transformaciones y de reacciones bioquímicas que tienen lugar en el músculo tras la muerte del animal.

Cuando el animal muere, el músculo se ve privado de riego sanguíneo, y por tanto de oxígeno. Esto hace que se bloquee la síntesis de ATP, que es la fuente ordinaria de obtención

de energía muscular, con lo cual el músculo se ve obligado a adquirir esa enegía por vía anaerobia a partir del glucógeno de reserva, dando lugar a la producción de ácido láctico (Monin, 1998). A esto hay que añadir la liberación de calcio desde el retículo sarcoplásmico al espacio miofibrilar. Todo ello conduce a un descenso del pH muscular, a la unión irreversible de las proteinas musculares (actina y miosina) y en consecuencia a un acortamiento muscular. De esta forma se instaura el *Rigor mortis*, etapa en la que emperoran las características sensoriales de la carne (Beriain et al, 1997): aumenta la dureza, disminuye la capacidad de retención de agua y aumenta la cantidad de jugo expelido.

La duración de esta etapa es de 24 horas postsacrificio, momento a partir del cual se estabiliza el pH y comienza la etapa de Maduración, en la que mejoran las características de la carne, produciéndose un ablandamiento de ésta, un ligero incremento de la capacidad de retención de agua, así como el desarrollo de aromas característicos. Es muy importante la duración de esta etapa, siendo aconsejable por algunos investigadores, como mínimo de 7 días, en el caso del ganado vacuno.

En las características organolépticas y tecnológicas de la carne, tiene tanta importancia el valor del pH final (a las 24 horas postsacrificio), que en vacuno se considera adecuado entre 5,4 y 5,7 (Marsh y Thompson, 1958; Briskey y Wismer-Pedersen, 1961; Wheeler y Kohmaraie, 1994), como la velocidad de descenso del pH, siendo responsable de ésta, las reservas de glucógeno del animal en el momento del sacrificio. En animales que llegan al sacrificio muy fatigados, el pH desciende escasamente y muy despacio, ya que el glucógeno se ha consumido antes del sacrificio, y como consecuencia el pH final es elevado (Sañudo, 1992), dando lugar a las carnes DFD (dark, firm, fry) (Lawrie, 1966), que es una carne oscura, de textura basta y con elevada capacidad de retención de agua. Este fenómeno es frecuente en ganado vacuno. Jeremiah et al. (1991) consideran que a un pH final comprendido entre 5,8 y 6,2 medido en el músculo Ld en ganado bovino de varias razas, las canales se consideran duras y son depreciadas por el consumidor.

Si por el contrario, el animal sufre estrés en el momento previo al sacrificio, la temperatura corporal aumenta, de forma que las reservas de glucógeno se consumen rápidamente y la caída del pH es acelerada y mucho mayor, dando lugar a las carnes PSE, que

son carnes claras, exudativas y con una escasa capacidad de retención de agua. Este fenómeno suele ser frecuente en ganado porcino.

De lo anterior se deduce la gran importancia que tiene el estrés y el manejo previo al sacrificio del animal tanto el pH final como en la velocidad de descenso de éste. Fischer (1988), confirma la importancia emocional del estrés presacrificio, incidiendo especialmente, en el consumo de glucógeno que tiene lugar en el músculo, que es el resultado de la secreción de adrenalina. Este hecho tiene una gran transcendencia, ya que el pH final va a determinar todas las características organolépticas de la carne: color, textura, jugosidad, flavor, etc. Guignot et al. 1994, afirman que tanto la jugosidad como el flavor, están altamente correlacionados con el pH final de la carne. Santolaria, (1993) encuentra una relación muy significativa entre el pH y la terneza, de forma que al incrementarse el pH en una unidad la terneza lo hace en 17 puntos, medida en una escala de 0 a 100. Lawrie (1966) afirma que la jugosidad es mínima cuando el pH se aproxima a 6, sin embargo Preston y Willis (1974) opinan que la jugosidad no está asociada con el pH exclusivamente. Según Bouton et al. (1972), existe una estrecha relación entre el pH último y la terneza y capacidad de retención de agua del músculo, manifestándose los efectos de la raza y de la dieta como secundarios.
Según la bibliografía, la relación pH-CRA es manifiesta, aumentando la CRA cuanto mayor es el pH (Hamm, 1960; Renerre, 1986; Purchas, 1990) y éste es el caso de las carnes DFD, si bien Hamm, 1960, indicó que ese efecto se presentaba cuando el pH ya era muy elevado (≥ 6,5). No obstante hay muchas excepciones a esta regla y la relación parece un poco ambigua (Ranken, 1976), siendo importante no sólo el pH final sino también su ritmo de descenso y algún otro factor aún no determinado que parece tener una influencia decisiva en esta relación; Shackelford et al., 1992, indican que las variaciones en el pH han de ser suficientemente grandes, aunque no apuntan el valor, para que se vea afectada la CRA y esto es lo que se observó también Purchas (1990), quién afirma que en el rango de pH 5,4-5,8, valor de una carne calificada como normal, no hay una relación clara del pH con la CRA.

La relación pH-dureza tampoco es clara. Así en la bibliografía se encuentran resultados contradictorios de una mayor terneza al ser menor el pH (Luckett et al., 1975) o de mejor terneza cuando el pH es más elevado (Dransfield, 1977; Marsh et al., 1981), reflejando los datos de Purchas (1990) una relación curvilínea, en forma de campana invertida, según la cual la terneza disminuye hasta un pH aproximadamente de 6,1 a partir del cual vuelve a aumentar.

Este efecto del pH en la dureza se explica en parte por un efecto indirecto a través de la longitud de los sarcómeros, como parece indicar la correlación negativa, altamente significativa ($P<0.001$), del pH con este parámetro.

Smulders y Wiklund (1998) en un trabajo realizado con carne de reno, encuentran una relación entre el valor del pH final medido a nivel del Ld, y las características de calidad de la carne, de forma que cuando el pH final es más alto, el color de la carne es más oscuro y son menores la resistencia al corte y las pérdidas por cocinado. En este último aspecto coincide Honikel (1992).

O´Halleran et al., (1997), afirman que la medida del pH postmortem de forma temprano, puede ser una información útil en la previsión de la calidad final de la carne vacuna. Vidal et al., (1998), en un trabajo realizado en porcino, concluyen que la medida temprana del pH postmorten no es útil para la predicción de parámetros de calidad, tales como la terneza y la resistencia al corte Warner-Bratzler, pero que podría ser útil en la predicción de variaciones en el color y de pérdidas por oreo. También Shackelford et al., (1994), afirman que el valor del pH en vacuno a las 3 horas postmortem no puede ser usado como un criterio para clasificar las canales en grupos de terneza.

En cuanto a la metodología en la medida del pH, está generalizada la utilización de un pHmétro adaptado a un electrodo que puede ser de penetración (Carter et al., 1967), lo cual permite la medida directa sobre la canal, o bien, el electrodo puede ser de disolución realizando la medida sobre un homogeneizado de carne y agua destilada (Solomon, 1987) y/o iodoacetato (Bendall, 1973). La elección de un método u otro está en función del tiempo y de la disponibilidad de material de medida, ya que presentan similar precisión en la medida, como así lo demostraron Bager y Peterson (1983) y Solomon (1987), comparando los métodos de homogeneizado con agua y/o iodoacetato, y el método de medida directa con electrodo de penetración.

4.2.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PH

4.2.1.- ESPECIE

No todas las especies presentan la misma sensibilidad al estrés. Así, se ha visto, en el ganado porcino una mayor susceptibilidad que en otras especies (Brazal y Boccard, 1977) y como se ha indicado anteriormente, es frecuente asociar a esta especie con la producción de carnes PSE, mientras que en vacuno se relaciona con las DFD.

4.2.2.- RAZA

Numerosos autores han constatado el escaso o nulo efecto que la raza ejerce sobre el valor del pH (Sanchez, 1997; Boccard & Bordes, 1986; Renerre, 1986). Así, Mamaqui (1996) no encuentra diferencias significativas en los valores de pH final en terneros de razas Parda Alpina y Pirenaica. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Santolaria (1993) en estas mismas razas. Vallejo (1971) y Albertí (1995) tampoco encuentran diferencias en el pH , comparando distintas razas, como tampoco otros autores que comparan las mismas razas (Wythes et al., 1989; Pratchet et al., 1992; Scheneijdemberg, 1991; Purchas et al., 1995; Augustin et al., 1992).

4.2.3.- TIPO DE MÚSCULO

Cada músculo tiene una particular composición de fibras rojas y blancas. En función de la proporción de éstas, varía el contenido en glucógeno y su degradación, con lo cual varía el pH. Así, los músculos con elevada proporción de fibras rojas, se caracterizan por un metabolismo oxidativo y un bajo contenido en glucógeno que se degrada a glucosa. En estos músculos, la contracción es lenta. Por el contrario los músculos en los que predominan las fibras blancas, poseen un metabolismo glucolítico y un elevado contenido en glucógeno, el cual se degrada activamente a ácido láctico. La contracción en estos músculos es rápida.

También el contenido en humedad del músculo, afecta al valor final de pH, aumentando éste a medida que aumenta la humedad, por lo que a veces el pH varía incluso dentro del mismo músculo (Lawrie, 1988).

4.2.4.- SEXO

El efecto del estrés presacrificio se presenta de forma diferente en terneros y en terneras. Los machos son físicamente más activos que las hembras, lo cual se traduce en un mayor consumo de glucógeno, y se ha observado un mayor porcentaje de carnes DFD en canales de machos, comparando con hembras (Mojto et al, 1998). Estos mismos autores observan que la carne procedente de machos es más oscura, más tierna y contiene menos agua libre.

Jeremiah et al. (1991) en un estudio realizado en ganado bovino, observan diferencias significativas entre los valores de pH final del músculo Ld entre machos castrados y machos enteros, correspondiendo los pH más elevados a los machos enteros, quizás justificado por su mayor excitabilidad y consecuentemente por el mayor consumo de glucógeno por la acusada contracción muscular e hipersecreción de catecolaminas antes del sacrificio (Sornay y Legras, 1978; Tarrant, 1981).

Sánchez et al., (1997), encuentran diferencias significativas muy altas en el valor del pH final entre machos y hembras de la Denominación Específica "Ternera Gallega".

Lizaso (1998) en terneros de razas Frisona y Pirenaica, no encuetra diferencias significativas en el valor de pH final en machos y hembras.

4.2.5.- EDAD

Journe y Teissier, (1982), afirman que la variación de pH que se produce en función de la edad no es lineal, sino que sigue una tendencia de tipo sigmoide. Sánchez et al., (1997) encuentran valores de pH mayores en canales de terneros de mayor edad.

4.2.6.- ALIMENTACIÓN

Algunos autores opinan que la naturaleza del alimento no tiene excesiva importancia sobre el valor de pH final (Albertí, 1988). Albertí et al., (1992) observan que los distintos regímenes alimenticios con alfalfa deshidratada no afectan al valor de pH final de la carne en

terneros de razas Pirenaica y Parda Alpina. Mamaqui (1996), no encuentra diferencias significativas en el pH final en terneros alimentados con un pienso testigo y en terneros alimentados con mandioca y gluten feed.

En cuanto a la duración y a la naturaleza del acabado, Albertí y Sañudo (1987) observan en ganado vacuno que los valores de pH más elevados medidos en los músculos Ld y Semimembranoso, se presentan en aquellas canales que han tenido un acabado prolongado con alimento concentrado.

Espejo et al., (1998), encuentran diferencias significativas en la caída del pH entre terneros acabados con concentrado y con hierba, siendo más rápido el descenso de pH en los primeros. Esto podría explicarse, según Mooney et al., (1998) porque el acabado con concentrado proporciona una mayor cobertura grasa a la canal, lo cual se traduce en un enfriamiento más lento.

4.2.7.- MANEJO PREVIO AL SACRIFICIO

Como se ha indicado anteriormente, el estrés en los momentos previos al sacrificio, se relaciona directamente con la aparición de pH elevados, como consecuencia del consumo de glucógeno.

5.- PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CARNE Y FACTORES QUE INFLUYEN

5.1.- COLOR

5.1.1.- GENERALIDADES

Desde un punto de vista físico, el color de la carne es el resultado de la distribución espectral de la luz que la ilumina, y de la intensidad de la luz reflejada por su superficie. Como percepción visual, está determinada por tres componentes: la luz, la carne y el observador, lo que introduce aspectos subjetivos y psicológicos. Se considera como una característica tridimensional de los objetos, determinada por un atributo de claridad y dos atributos cromáticos, el tono y la saturación.

El color de la carne es uno de los atributos más valorados por el consumidor en el momento de la compra, hasta el punto de ser considerado como uno de los criterios preferenciales para el consumidor (Riley et al., 1980; MacDougall, 1982; Frapple, 1984; Judge et al., 1989; Allen, 1989; Clydesdale, 1991; Shackelford et al., 1992; Krammer, 1994).

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

El color de la carne depende de la concentración de mioglobina y del estado químico en que se encuentre, así como de la estructura de la superficie y de la proporción de grasa intramuscular (Renerre, 1981; Judge et al., 1989).

La mioglobina es el más importantes de los pigmentos de la carne. Ejerce funciones de almacenamiento y transporte de oxígeno necesario para el músculo, por lo que su concentración aumenta a medida que crece la demanda de oxígeno; por ello es superior en los músculos más activos, en los animales de mayor edad, y muy diferentes entre las distintas especies domésticas. La hemoglobina (especialmente en los animales mal sangrados), los citocromos y los flavonoides pueden influir también en el color de la carne, así como, indirectamente, su contenido en humedad y grasa intramuscular (Cepero et al., 1996).

Pero no sólamente es importante el contenido en mioglobina, sino que también el estado químico en que ésta se encuentre. En la carne fresca, la mioglobina se puede presentar en tres formas básicas: Mioglobina reducida, de color rojo-púrpura, que es la que se encuentra

en el interior de la carne y se puede apreciar en carne recién cortada; Oximioglobina, de color rojo-cereza, que se forma cuando la mioglobina entra en contacto con el oxígeno del aire, y Metamioglobina, de color parduzco, formada tras la oxidación prolongada de las anteriores. Además de estas tres fomas básicas, la mioglobina puede adoptar otras fomas por combinación con distintos grupos químicos: Sulfomioglobina (por acción bacteriana); Carboximioglobina (en productos ahumados); Nitrosomioglobina (en curados), etc.

Según MacDougall (1982), todos aquellos factores como el pH, la capacidad de retención de agua, el veteado, el tejido conectivo, el tamaño de las fibras musculares y la desnaturalización de las proteinas, que afectan a las propiedades ópticas de la carne, pueden tener una influencia significativa en el color.

La estructura de la carne está estrechamente relacionada con el pH (Renerre, 1988). Así, al descender el pH a valores próximos al punto isoeléctrico de las proteinas, diminuyen los grupos iónicos libres para ligar el agua (pierde capacidad de retención de agua), por lo que las cadenas de proteina se unen dando lugar a una estructura cerrada, que impide que la luz penetre fácilmente y es reflejada, dando lugar a un color más claro. Si por el contrario, el pH es elevado, aumenta la capacidad de retención de agua, las fibras musculares se hinchan y la estructura miofibrilar es más abierta, debido a la retención de agua entre las cadenas proteicas. De esta forma, la superficie de la carne refleja una menor cantidad de luz, y su color aparece más oscuro.

Según Honikel (1998), existen tres fuentes en la variación del color de la carne:
La primera, de tipo intrínseco, es el contenido en pigmentos del músculo, el cual depende de factores de producción tales como la especie, edad y régimen nutricional; la segunda fuente se refiere a las condiciones de manejo en los períodos presacrificio, sacrificio y postsacrificio, por la influencia en el pH y en la temperatura; la tercera, está relacionada con el tiempo de almacenamiento y con los procesos de oxigenación y oxidación.

Junto a estas fuentes de variación del color de la carne, otro de los factores que influye, es el instrumento de medida y las condiciones en que ésta se realiza. Esto tiene gran importancia a la hora de comparar resultados (Casens et al., 1995; Honikel, 1998).

5.1.2.- MEDICIÓN DEL COLOR

Existen distintas técnicas para evaluar el color de la carne:

* Métodos químicos: se basan en la medida del contenido en mioglobina de la carne, previa extracción química, y posteriormente se determina su concentración a través del poder de absorbancia de la luz en un espectofotómetro. Son métodos complicados y costosos en el tiempo, y además son destructivos, lo cual no permite realizar otro tipo de medidas sobre la misma muestra. Además, estos métodos no distinguen ni cuantifican los tres estados químicos en los que se puede encontrar la mioglobina.

Una de las técnicas más utilizadas es la determinación del hierro hemínico, descrita por Hornsey (1956), que permite estimar el contenido en mioglobina, ya que ésta contiene más del 95 por ciento del hierro de la carne. Algunos autores (Miltemburg et al., 1992; Wilson et al., 1995; Barnier et al., 1998) encuentran una correlación entre la concentración de hemoglobina en la sangre del animal vivo, y la clasificación del color en carne de ternera.

* Métodos físicos: Se basan en la medición directa del color de la carne mediante instrumentos físicos como reflectómetros, colorímetros y espectofotómetros. Son métodos que representan mejor la percepción visual del color que los métodos químicos, no son destructivos, lo cual permite evaluar los cambios de color a lo largo del tiempo sobre una misma superficie (Hunt et al., 1991) y permiten cuantificar el porcentaje relativo de mioglobina reducida, oximioglobina y metamioglobina en la superficie de la carne. Las medidas instrumentales tienen la ventaja de no estropear la superficie sobre la que se mide, presentar una correlación más elevada que la cuantificación de pigmentos con otros parámetros como el pH o los metabolitos glucolíticos del músculo (Mohan Raj et al., 1992) y medir el color de igual manera que lo ve el consumidor.

Los reflectómetros miden la luz reflejada por la carne a distintas longitudes de onda (por lo tanto no miden propiamente el color), tras la exposición a un iluminante dado. Algunos

equipos miden en superficie, y las sondas de fibra óptica, miden en el interior del músculo. Se obtienen así, coeficientes de reflectancia (R) y de absorción de la luz (K). Este último es máximo para la mioglobina (incluyendo sus derivados) a 525 nm de longitud de onda. También se han desarrollado múltiples relaciones entre los índices R y K obtenidos a distintas longitudes de onda para calcular el porcentaje de los distintos estados químicos del pigmento.

Los colorímetros de tipo "tristimulus" son los más empleados actualmente. Estos aparatos constan básicamente de una fuente de luz estandarizada (el iluminante C) y un observador, que mide la cantidad de luz reflejada a través de tres filtros (rojo, verde y azul), que corresponden a la sensibilidad del ojo humano. El color se describe con arreglo a tres coordenadas tridimensionales; la primera indica el brillo o luminosidad, y las otras dos o coordenadas de cromaticidad, sitúan la medida obtenida en relación a los colores básicos (rojo, verde y azul).

Los espectrofotómetros son equipos más sofisticados y precisos. La sistemática de la medición y la descripción del color es similar, excepto que miden la reflexión de la luz a numerosas longitudes de onda del espectro visible (380-770 nm), y a partir de ahí calculan todas las coordenadas del color. También se utilizan espectrofotómetros provistos de fibra óptica para medir el color de la masa interna de la carne, a través del coeficiente de dispersión de la luz S.

La estructura física del objeto, tanto como la naturaleza química de sus componentes afectan a la reflectancia (Swatland, 1994 y 1995; Van Laack & Solomon, 1995). La luz reflejada que proviene del objeto es un estímulo visual y es la que se emplea para efectuar la medición objetiva del color (Jacobson, 1972).

En la medición hay que tomar varias precauciones (Froning, 1991): la superficie de la carne debe ser lisa y de espesor uniforme, las medidas deben realizarse sobre el mismo músculo, en fresco, las muestras han de protegerse de la luz y del aire hasta su medición, y los patrones de referencia deben ser próximos al color de la carne. Los disparos de luz deben realizarse directamente sobre la superficie a medir (sin espacio intermedio), la cual ha de ser representativa del color general, evitando áreas decoloradas (vetas de grasa) o con manchas (petequias). En esta línea, también proponen una serie de recomendaciones Hunt et al., 1991.

La Comisión Internacional de la Iluminación (Commission International de l´Eclairage-CIE), ha definido una serie de iluminantes y observadores estándar recomendados para el estudio del color (Giese, 1995). Entre ellos se encuentran los iluminantes C y D65 que corresponden a la luz diurna y los observadores estándar 2º y 10º, cuya visión del color es representativa del promedio de la población humana para dos campos de visión. El sistema obtiene los valores triestímulo CIE en base al espectro visible, definiendo tres colores primarios: rojo (X), verde (Y) y azul (Z). A partir de ellos se calculan matemáticamente las coordenadas tricromáticas de color L* (luminosidad), a* (rojo-verde), b* (amarillo-azul) y las magnitudes psicofísicas H* (tono) y C* (croma) para el espacio de color CIE_LAB (Giese, 1995). Este método presenta gran similitud con la uniformidad visual humana, donde las distancias equitativas en el sistema representan aproximadamente las distancias equitativas visuales (Warriss, 1995).

Los dos sistemas de coordenadas más importantes son el Yxy y el Lab, definidos por la CIE en 1931 y 1976, respectivamente. Este último es el más utilizado actualmente y se describe a continuación.

Coordenada L* : Varios autores mencionan que la luminosidad de la carne depende de varios factores como el pH, la capacidad de retención de agua, la humedad, la integridad de la estructura muscular, y en menor medida del grado de oxidación de los hemopigmentos (Palombo & Wijngaards, 1990; Sayas, 1997). En un trabajo realizado por Pérez-Alvárez et al., (1998) con carne de pollo, cerdo y ternera, llegan a la conclusión de que el contenido en grasa es otro factor a tener en cuenta sobre esta coordenada, pues las materias primas con mayor contenido en grasa, son las que presentan mayores valores de L*. De las materias primas clasificadas como “carnes magras”, observan que los mayores valores de L* corresponden al pollo, seguido del magro de cerdo y de la ternera. Estos resultados parecen indicar la existencia de una posible relación inversa entre la concentración de mioglobina de la carne y la coordenada L* a valores de pH similares, pues los mayores valores de L* correspondieron al pollo, especie que presenta la menor concentración de mioglobina de las tres carnes, y los menores a la carne de ternera, especie que presenta la mayor concentración, de dicho hemopigmento. Este mismo fenómeno fue observado por Knipe (1993), en un estudio con magro y corazón de cerdo.

El valor de L* es el índice más claramente relacionado con las valoraciones visuales del consumidor (Murray, 1989).

Coordenada a*: la coordenada rojo-verde, está relacionada con el contenido de mioglobina (Johansson et al., 1991). En esta afirmación coinciden Pérez-Alvárez et al. (1998), quienes encuentran un mayor valor de a* en aquellas carnes con mayor contenido en mioglobina.

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

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

5.1.3.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COLOR

En el color de la carne influyen factores antemortem, como la raza, el sexo, el tipo de músculo, el sistema de explotación, el tipo de dieta, etc. También influyen factores tecnológicos como la duración del período de enfriamiento, la temperatura de almacenamiento y la iluminación en el punto de venta. Este último aspecto es muy importante ya que puede hacer variar la percepción del color por parte del consumidor (Beriain et al., 1997).

5.1.3.1.- FACTORES PRESACRIFICIO

ESPECIE

El contenido de mioglobina de un músculo dado, así como la molécula de mioglobina varía en función de la especie animal (Lawrie, 1988). La adaptación metabólica a las necesidades de oxígeno de cada una de las especies determina las diferentes concentraciones de pigmentos hemínicos presentes en el músculo.

Los músculos del ganado vacuno tienen un mayor contenido de mioglobina que los músculos del cerdo, y casi todas las fibras musculares bovinas contienen, al menos, algo de mioglobina (Morita et al., 1970).

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

RAZA

El color de la carne puede variar con la raza y con la aptitud productiva del animal (Boccard y Bordes, 1986). Así, las razas lecheras poseen mayor cantidad de pigmentos y menor estabilidad del color que las cárnicas por lo que presentan carne más oscura y con menor vida útil. García De Siles (1973) encuentra que los músculos de las razas carniceras son más oscuros que los de las razas lecheras. A igual peso vivo la cantidad de pigmentos es superior en los animales de raza Frisona que en los de la raza Charolés (Renerre, 1982). Sin embargo, para un mismo grado de madurez, expresado en porcentaje del peso vivo adulto, no hay diferencias raciales (Boccard et al., 1980; Renerre, 1982).

El genotipo del animal tiene una gran influencia en el color (Albertí et al., 1997; Dios et al., 1997). En un trabajo realizado por Albertí et al., 1995 con seis razas españolas, se observan diferencias significativas entre razas en los valores de a* y de L*, pero no en los de b*.

Diversos autores han constatado que la carne procedente de animales con carácter "culón", es más clara en comparación con animales normales de igual edad, debido a que tienen un menor contenido en mioglobina.

SEXO

El efecto del sexo en el color de la carne, según algunos autores, depende del músculo que se considere, habiendo encontradoShackelford et al., 1992 diferencias importantes en el músculo *Longissimus dorsi*, en tanto que Mohan Raj et al., 1992, trabajando con el mismo músculo, no encontraron diferencias significativas, pero sí observaron que la carne de los machos castrados era ligeramente más clara que la de los enteros.

Las hembras presentan mayor concentración de mioglobina que los machos a la misma edad, al ser más precoces que éstos (Renerre, 1986). Otros autores, por el contrario, asocian el color más oscuro de la carne de los machos con la mayor excitabilidad de éstos en el momento del sacrificio y por tanto con valores de pH más elevados. Según un estudio realizado por Guignot et al., 1994, cuando el pH final es alto, se reduce la luminosidad y el índice de rojo en el músculo *longissimus.* Wulf et al. (1997), encuentran valores superiores de coordenadas a* y b* en la carne de machos que de hembras, no existiendo diferencias en la coordenada L*.

El sexo también influye en el índice de rojo y de amarillo, encontrándose los valores más favorables en las hembras (Sánchez et al., 1997).

EDAD

Con la edad del animal aumenta la cantidad de pigmentos, incrementándose la intensidad del color (Contreras, 1971; Jacobs et al., 1972; Lawrie, 1977; Renerre y Valin, 1979; Cross et al., 1986; Bruwer et al., 1987; Morbidini et al., 1994) y disminuye la estabilidad del color (Renerre y Valin, 1979; Renerre, 1982; Renerre et al., 1996). Gil et al, (1998) encuentran una correlación positiva entre el contenido en pigmentos y la edad del animal, en una trabajo realizado con terneros de la raza Bruna de los Pirineos. A esta misma conclusión llegan otros autores (Janicki et al., 1966).

No obstante, la variación del color por efecto de la edad no es lineal sino que sigue una tendencia sigmoide (Journe y Teissier, 1982).

Por otro lado, con la edad, aumenta el estado de engrasamiento y disminuye la permeabilidad capilar, lo cual dificulta la transferencia de oxígeno hasta la fibra muscular y por ello es necesaria mayor cantidad de mioglobina muscular para garantizar el aporte de oxígeno adecuado (Renerre y Valin, 1979). Estos resultados coinciden con los observados por Boccard (1986), según el cual cuanto más pesada es la canal, la carne presenta un color más rojo.

TIPO DE MÚSCULO

Las diferencias en cuanto a la concentración de mioglobina y a la estabilidad de los músculos (Renerre, 1984) son importantes condicionantes del distinto color que presentan los músculos de un mismo individuo, si bien hay una tendencia a variar en claridad todos los músculos de un individuo en conjunto.

Dentro de un mismo animal, existe gran variabilidad en el contenido en pigmentos entre los distintos músculos, en función de la composición de fibras rojas, ricas en mioglobina, o fibras blancas, pobres en mioglobina (Cassens, 1977; Renerre, 1981). A esto hay que añadir la distinta estabilidad del color en los diferentes músculos, siendo menor en los músculos rojos y oxidativos ((Renerre et al., 1996). Así el *Longissimus dorsi*(lomo) es uno de los más estables, mientras que el *Psoas major* (solomillo) es uno de los que menos vida útil presenta (Beriaín et al., 1997).

También influye en este aspecto, la distinta actividad que realizan los distintos músculos, de forma que los que realizan más ejercicio, se oxigenan más y por ello presentan coloración más oscura, que aquellos que se ven sometidos a una menor actividad.

ALIMENTACIÓN Y MANEJO

El sistema de alimentación tiene gran importancia en el color de la carne, otros autores (López et al., 1981; Benito et al., 1979; Consigli, 1994).

En animales jóvenes la concentración de hierro de la dieta influye sobre el color de la carne, intensificándolo (Lapierre et al., 1990).

Las dietas ricas en forrajes aportan coloraciones más oscuras a la carne (Yeates et al., 1975). Varios autores han encontrado que la carne de terneros alimentados con pasto, presenta una coloración más oscura (Hedrick et al., 1983; Crouse et al., 1984; Bidner et al., 1986). También Espejo et al., (1998), en un estudio realizado con tres tipos genéticos de terneros, encuentran valores de L* superiores en los animales alimentados con concentrado que en los que recibieron una alimentación a base de pasto.

No obstante, algunos autores no han encontrado diferencias en el color de la carne de terneros cebados con pienso compuesto y diferentes proporciones de alfalfa deshidratada (Alberti et al., 1992), ni en el color de la carne de vacas Frisonas alimentadas con pienso y diferentes tiempos de acabado (Albertí y Sañudo, 1987). Es por esto, por lo que el efecto de la naturaleza de la alimentación en rumiantes no tiene capital importancia sobre las características cromáticas de la carne (Hedrick et al., 1983; Albertí et al., 1992), posiblemente como consecuencia de los procesos transformativos que tienen lugar en el rumen.

En esta línea, Mamaqui (1996), tampoco encuentra diferencias significativas en los valores L*, a*, b* de terneros cebados con un pienso testigo y con pienso de mandioca y gluten feed.

En cuanto al nivel de alimentación, se ha visto que un plano de alimentación energética elevado, disminuye la concentración de pigmentos hemínicos (Lawrie, 1977).

5.1.3.2.- FACTORES POSTSACRIFICIO

MADURACIÓN

En esta etapa, puede variar el estado químico de la mioglobina. Durante el almacenamiento prolongado a temperaturas bajas y durante el almacenamiento a corto término

a temperatura elevada se deseca la superficie de la carne, y al aumentar la concentración de sales en la superficie, se favorece la formación de metamioglobina (Lawrie, 1966).

La temperatura afecta al grado de oxidación de la mioglobina, acelerando las reacciones de óxido-reducción (Sañudo, 1992; Neagueruela et al., 1992). Según Lawrie (1966) a temperaturas bajas, la formación de metamioglobina es más lenta debido tanto debido a la acción directa de la temperatura como a la acción indirecta al reducir la actividad de los enzimas que intervienen en la utilización del oxígeno. En un trabajo realizado por Sleper et al. (1983) se observa que el porcentaje de metamioglobina es mucho mayor a los 6 días que a las 24 horas y que el grado de oxidación de la mioglobina es mayor a los 6 días.

Un enfriamiento lento de las canales resulta positivo sobre el color, siendo más luminosas (claras).

Según Chasco et al., (1995) la maduración origina un aumento en los parámetros a* y C* que determina la aparición de un color más rojo (>a*) y más intenso (>C*) en la carne. Algunos autores (Strange et al,. 1974; Renerre y Mazuel, 1985) correlacionan positivamete la apreciación del color de la carne por el consumidor con el parámetro a*, lo que permite afirmar que el color de la carne mejora con la maduración.

Otros factores que pueden influir en la estabilidad del color de la carne son la contaminación microbiana y/o la oxidación de lípidos. Por este motivo, se están desarrollando nuevas tecnologías de envasado, a vacío o en atmósferas modificadas, que frenen los procesos de degradación de la carne de consumo en fresco con el fin de aumentar su vida útil. En condiciones de vacío, la carne muestra un color rojo púrpura; posteriormente, una vez en contacto con el oxígeno del aire, adquiere el color rojo brillante característico (Ordoñez et al,. 1992).

ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA

Intensifica el color rojo vivo de la carne, al inducir un color ligeramente más claro (L*) y una intensidad de rojo (a*) sensiblemente mayor, sin llegar a dar diferencias significativas (Powell, 1991).

ENVASADO

En un trabajo realizado por Insausti et al., (1998) en el que comparan la variación del color de la carne de ternera de cinco razas españolas al envasarla bajo tres tratamientos diferentes: al vacío, en atmósfera modificada o de forma mixta, observan que el envasado al vacío y en el que combinan vacío y atmósfera modificada, se reducen los valores L* y a*.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

COCINADO

La temperatura de cocción afecta al grado de conversión de los pigmentos. La carne vacuna cocida a una temperatura interna de 60ºC tiene un color interno rojo brillante, la cocida a temperatura interna de 60-70ºC tiene un color interior rosa y la cocida a una temperatura interna de 70-80ºC ó a superior temperatura, presenta un color marrón grisáceo (Lawrie, 1966).

Badiani et al., (1998) afirman que el cocinado, incrementa los valores de L*, b*y el Tono, mientras que disminuye el valor de a* y el Croma. En este mismo trabajo, no encuentran diferencias en el color por efecto del método de cocinado, ya sea horno convencional o microondas.

5.2.- TEXTURA

5.2.1.- GENERALIDADES

La textura, considerada de forma global, incluye un conjunto de sensaciones de las cuales el consumidor confiere una mayor importancia a la terneza o bien si se considera de forma antagónica, a la dureza, como principal atributo de la textura ya que es uno de los criterios determinantes de la calidad de la carne. Tal es así, que la terneza determina no sólo el precio de la carne, sino que además la clasificación en categorías comerciales de la carne resultante del despiece, se basa fundamentalmente en la terneza potencial. Chambers y Bowers (1993), afirman que la terneza decide el valor comercial de la carne, y Boleman et al., (1995) confirman que el consumidor paga por terneza. Otros autores afirman que la terneza y el color de la carne son los parámetros principales que determinan las preferencias del consumidor (Pearson, 1966; Prescott y Hinks, 1968). Para Dransfield et al., (1984), la terneza es el parámetro más importante de la calidad sensorial de la carne, desde el punto de vista de los consumidores. En esta afirmación también coincide Seideman et al., (1989). Otros, opinan que la terneza y el flavor son considerados por los consumidores como los elementos más importantes de la calidad sensorial, mientras que el color el atributo valorado en el punto de compra (Glitsch, 1997).

La terneza-dureza de la carne se puede definir como la facilidad-dificultad con que la carne se puede cortar y masticar. A ella contribuyen las proteinas miofibrilares y sarcoplásmicas, la naturaleza y contenido en colágeno y la riqueza en grasa infiltrada (Tornberg, 1996). Este parámetro depende de la dureza miofibrilar y de la dureza "de base"debida al contenido y características del colágeno. Sin embargo, como las propiedades mecánicas de ésta última permanecen inalteradas durante el acondicionamento, se atribuye sobre todo a la primera.

En la terneza influyen tres componentes fundamentalmente (Van Hoof, 1981). Por un lado, el "grano" de la carne y el tipo de fibras musculares, es decir, el tamaño de los haces de fibras musculares y el número de fibras que cada uno de ellos contiene; los distintos tipos de fibras musculares presentan diferentes capacidades de contracción y de retención de agua y por tanto reaccionan de distinta forma a las temperaturas de cocción y de refrigeración. En segundo lugar, la longitud del sarcómero y de las miofibrillas, de forma que cuanto mayor es el estado de contracción mayor es la dureza. Algunos autores, sin embargo, consideran que no existe una relación lineal entre estos dos parámetros (Klose et al., 1970; Dunn et al., 1993). Davis et al., (1979), encuentran como aumenta la terneza conforme aumenta la longitud del

sarcómero. Por el contrario Smulders et al, (1990), afirman que la terneza es completamente independiente de la longitud del sarcómero en los músculos de rápida glucolisis postmortem.

Por último, la cantidad y naturaleza del tejido conjuntivo, y en particular la fracción que supone el colágeno, presente principalmente en fascias y tendones parecen los responsables (Nakamura et al., 1975). Una mayor cantidad de éste implica mayor dureza, pero mucho más si está muy polimerizado, con lo que disminuye su solubilidad (Touraille, 1978).

Después de la muerte del animal, la transformación del músculo en carne, y sobre todo el fenómeno de tenderización paralelo, son el resultado del conjunto de cambios estructurales y bioquímicos que tienen lugar en la célula muscular. La naturaleza y alcance de estos cambios y, por lo tanto de la calidad de la carne, están muy influenciados por la especie animal y por las características fisiológicas y bioquímicas del músculo, así como por el perfil de pH-temperatura postmortem. En el proceso de transformación del músculo en carne, éste pasa por dos fases sucesivas: en la primera se desarrolla el Rigor mortis, que conduce a la acidificación y pérdida de la elasticidad del tejido muscular, el cual alcanza la máxima dureza. La segunda fase, la Maduración o Tenderización corresponde a un aumento gradual de la terneza, durante el almacenamiento postmortem aunque empieza ya a partir de la muerte del animal. En esta última fase se producen una serie de cambios estructurales y bioquímicos en la fibra muscular. Hasta hace poco tiempo se pensaba que una de las principales causas de la tenderización era la desaparición de la línea Z de la estructura miofibrilar, sin embargo, no parece que la degradación del material de dicha línea por sí sóla sea la responsable directa de la tenderización, ya que la fragmentación de las miofibrillas a menudo tiene lugar en zonas adyacentes a las líneas Z, apareciendo estas intactas por los filamentos delgados (Gil, 1996). Otros cambios estructurales que se producen son la fragmentación de miofibrillas a nivel de las líneas N-2 (zonas donde confluyen los filamentos de titina y los de nebulina, proteínas del citoesqueleto que unen, respectivamente, los filamentos gruesos y delgados al disco Z), la pérdida de la alineación transversal de los sarcómeros y la fragmentación de los filamentos de titina (Roncalés et al., 1995).

Desde el punto de vista bioquímico, la mayoría de estudios sobre los cambios que sufren las miofibrillas se refieren a la extractibilidad proteica, a la actividad de la enzima ATPasa y a la degradación proteica. La cantidad de proteina extraible con niveles salinos

elevados aumenta desde el rigor hasta una semana postmortem, aproximadamente, en un 50-60% (Penny, 1970). Este aumento se debe a que las proteinas miofibrilares mayoritarias, actina y miosina, se vuelven más solubles. Valin et al., (1975), encontraron una relación entre el aumento de la solubilidad proteica y la terneza en carne de bovino. La sensibilidad de la actividad ATPásica muscular ante la fuerza iónica resulta también alterada en el proceso de maduración de la carne. Las proteinas degradadas durante este período son la troponina T, la nebulina, la titina y la desmina. La degradación de esta última tiene gran importancia en la tenderización: su velocidad de degradación es similar a la de la troponina T y paralela a la de tenderización (Hwan y Bandman, 1989) y conduce a la fragmentación de las miofibrillas, probablemente a través de la rotura de las uniones cruzadas transversales entre ellas.

En el proceso de maduración de la carne están implicados mecanismos enzimáticos y físico-químicos que actúan sinérgicamente (Etherington, 1984; Valin y Ouali, 1992) y son dependientes de la temperatura. Entre los mecanismos enzimáticos intracelulares, hasta el momento se conocen tres (Rivett, 1989) y son las calpaínas (proteinasas calcio-dependientes activas a pH neutro), las catepsinas (proteinasas lisosomales activas a pH inferior a 6) y el proteasoma (complejo multicatalítico todavía no muy estudiado). Taylor et al., (1995), sugieren que las calpaínas podrían ser las primeras responsables de la proteolisis en el músculo durante los primeros 3-4 días postmortem, mientras que la contribución de las catepsinas sería principalmente a partir de los 6 días postmortem, cuando el pH muscular es bajo.

Las modificaciones físico-químicas que sufre el músculo postmortem son el pH y la presión osmótica. Según la velocidad y el alcance de la caída del pH, la maduración puede ser afectada positiva o negativamente. En cuanto a la presión osmótica, ésta aumenta después del sacrificio en el curso del rigor y alcanza valores de casi el doble de los fisiológicos, suficientes para causar daños importantes a nivel de la estructura contráctil y para facilitar la acción de las proteasas endógenas.. Según Wu y Smith (1987), la fuerza iónica y las proteasas actúan de forma sinérgica en la tenderización de la carne.

La textura de la carne depende de la contribución relativa de las proteinas miofibrilares y del tejido conectivo intramuscular (Dransfield, 1977) así como del colágeno soluble (Bailey y Light, 1989; Gerrard et al., 1987). La cantidad de este último componente es pequeña, en torno al 1 por 100 del contenido miofibrilar. El tejido conectivo intramuscular está compuesto

inicialmente de fibras de colágeno incluidas o inmersas en una pequeña cantidad de proteoglucanos. La degradación de los proteoglucanos durante el acondicionamiento, conlleva una separación de las fibras de colágeno, y es esta degradación de los proteoglucanos el principal factor responsable en la reducción de la fuerza del tejido conectivo intramuscular y por tanto de la dureza de la carne (Nishihara et al., 1996). Esta degradación de los proteoglucanos puede ocurrir espontáneamente debido al aumento del calcio libre en el citoplasma post-rigor (Takahashi, 1996).

La dureza del colágeno, la refleja las características del endomisio y del perimisio, ya que el epimisio se extrae normalmente durante la preparación de la carne, porque es demasiado duro para comer. Se ha considerado que el perimisio contiene el 90 por ciento de colágeno total del músculo en vacuno (McCormick, 1994), y por tanto es la estructura determinante de la dureza del colágeno. La fuerte correlación inversa entre el valor económico y el contenido en colágeno de los distintos cortes en vacuno (Kuypers and Kurth, 1995), demuestra la influencia decisiva del colágeno en la terneza.

Goll et al., (1997), observan que la naturaleza de la interacción de la actina y de la miosina, durante las primeras 72 horas postmortem, es otro de los factores que influyen en la terneza de la carne.

5.2.2.- FACTORES DE VARIACIÓN

5.2.2.1.- ESPECIE

La carne presenta distintas velocidades de maduración según la especie animal de la cual proviene (Dransfield et al., 1981; Etherington et al., 1987). La carne de pollo es, con diferencia, la que madura más deprisa, seguida por las de cerdo, cordero y bovino. El origen de estas diferencias parece estar relacionado con las características metábolicas y contráctiles de los músculos. En general, cuando se pasa del bovino al pollo, la musculatura es progresivamente más blanca (el metabolismo glicolítico predomina) y se contrae más rápidamente.

Sañudo (1993), indica que la dureza es una cualidad sensorial especialmente importante en el bovino y no así en otras especies; de hecho, la alteración más frecuente en la calidad de la carne de bovino es lo que se conoce como carnes DFD (carnes secas, duras y oscuras) siendo prácticamente anecdóticos los casos contrarios, carnes PSE (carnes exudativas, blandas y pálidas).

5.2.2.2.- RAZA

La carne procedente de animales de aptitud láctea resulta menos tierna que la de los animales de aptitud cárnica. Esto es debido a que en los primeros el contenido de colágeno es mayor. La influencia genética del ganado bovino en la terneza es importante (Miller, 1996). Sin embargo, la selección de ganado en vivo, utilizando marcadores de DNA, no es tan sencillo ni tan simple como parece, ya que la terneza está influenciada por múltiples factores, a los que se suma los sistemas calpaína/calpastatina, las características del colágeno, la marmorización y la longitud del sarcómero (Miller, 1997).

Espejo et al., (1998), comparando la terneza de la carne de tres tipos genéticos, observan que la carne de animales de las razas Retinta x Charolés y Retinta x Limusín es más tierna que la de procedente de terneros de raza Retinta en pureza.

Albertí et al., (1995), no encuentran diferencias en los valores de terneza entre la carne de terneros de raza Parda y la de los animales de raza Pirenaica. Por el contrario Picallo, et al., (1998) encuentran diferencias significativas entre tres razas diferentes. Sañudo et al., (1997) afirman que las razas de crecimiento moderado, pero con hipertrofia muscular, son las que presentan la mayor terneza, debido posiblemente al mayor tamaño de sus fibras y a modificaciones internas de la estructura del colágeno, seguida de las razas rústicas, lo cual puede deberse a su mayor engrasamiento subcutáneo que previene el acortamiento por el frío, así como a una mayor deposición de grasa intramuscular que incrementa la jugosidad y la terneza.

Existen resultados contradictorios acerca de la terneza de la carne de los animales de doble grupa. Según algunos investigadores (Bailey et al., 1982; Boccard, 1982; Bouton et al.,

1982) la carne de estos animales es más tierna. Por el contrario otros (Uytterhaegen et al., 1994; Fiems et al., 1995) la consideran más dura. Estas opiniones tan dispares, han podido deberse probablemente a la utilización de distinta metodología, por lo que se ha tratado de unificarla y estandarizarla (Boccard et al., 1981; Chrystall et al., 1994). Por otra parte, se confirma que el contenido en colágeno es menor en los animales de doble grupa (Boccard, 1982; Uytterhaegen et al., 1994, De Smet et al., 1998).

Shackelford et al., (1992), comparando distintas razas encontraron que el contenido total de colágeno muscular era significativamente diferente pero no lo eran los porcentajes de colágeno soluble; asimismo observaron que había diferencias importantes en la dureza, sin que hubiese relación directa de estos parámetros.

Koch et al., (19769, también señalan diferencias en la terneza valorada sensorialmente, y en la dureza, medida instrumentalmente, debidas a la raza del padre. Wheeler et al., 1990, indican que las diferencias interraciales en la terneza de la carne parecen explicarse principalmente por la actividad proteolítica dependiente del calcio.

5.2.2.3.- TIPO DE MÚSCULO

Existe una gran variación individual, en la calidad de la carne entre animales de la misma raza, sexo y entorno, que no se conoce muy bien (Lawrie, 1985). Esta variación se debe probablemente a diferencias en varios factores intrínsecos y extrínsecos, que interactúan entre sí y determinan el resultado de los procesos metábolicos en el período pre y postmortem. Una de las características del músculo esquelético es su diversidad, estando compuesto por distintos tipos de fibras, que además varían entre sí (Pette y Staron, 1990). Hay marcadas diferencias en la composición de las fibras de los distintos músculos, y entre animales, que pueden influir en la calidad de la carne, y depende de factores tales como la localización corporal, la edad, el peso y la raza (Cassens y Cooper, 1971; Essén-Gustavsson, 1995).

Griffin, (1984), encontró mayor porcentaje de fibras rojas en el músculo de aquellos animales cuya carne era más dura, lo que se puede explicar porque un mayor porcentaje de fibras rojas conlleva un mayor acortamiento del músculo, lo que implica mayor dureza de la

carne (Luckett et al., 1975), si bien Dransfield, (1977), señalaba que el efecto de la longitud de los sarcómeros sobre esta característica va a depender de las condiciones más o menos severas de cocinado.

El contenido total de colágeno (Dransfield, 1977; Griffin, 1984) y, en menor medida, la cantidad de colágeno soluble (Dransfield, 1977), también condicionan la dureza de la carne. En cuanto al contenido, es más importante la variación debida al tipo de músculo que al individuo y, en cuanto a la solubilidad, es a la inversa. El efecto que tiene el contenido de colágeno sobre la dureza de la carne va a depender, igualmente de las condiciones durante la preparación.

Dransfield, (1977), situó en una escala con menor dureza a los músculos *Longissimus dorsi* (lomo) y *Psoas major* (solomillo) y con mayor dureza al *Extensor carpi radialis* (brazuelo), estando otros como el *Semitendinosus* (redondo) o *Semimembranosus* (tapa) en una posición intermedia. A su vez Buson, (1985), obtuvo menor cantidad de colágeno para el *Longissimus dorsi* que para el *Semimembranosus* o el *Semitendinosus.* De todo esto se deduce la dificultad de predecir la dureza en un músculo a partir de otro (Dransfield y Jones, 1981).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, Dransfield et al., (1981), señalan el notable efecto del tipo de músculo en la velocidad de tenderización, el cual es diez veces inferior al de la temperatura, pero tres veces superior al efecto animal.

La relación entre la velocidad de tenderización y el tipo de músculo se ha establecido a través de estudios histoquímicos. La degradación miofibrilar tiene lugar más rápidamente en las fibras blancas de contracción rápida que en las fibras rojas de contracción lenta (Ouali, 1990). Además según este mismo autor, los músculos rojos tienen mayor contenido en calpaínas, siendo éstas las principalmente afectadas durante la proteolisis postmortem (Koohmaraie, 1996). Según Valin y Ouali, 1992, las causas de esta variabilidad son tres: los niveles de proteinasas y de inhibidores, la sensibilidad de las proteinas musculares a la proteolisis (las proteinas sarcoplásmicas y miofibrilares de los músculos oxidativos de contracción lenta son menos susceptibles que las de los músculos glicolíticos de contracción rápida) y por último, la presión osmótica (los músculos de contracción rápida y de mayor velocidad de tenderización presentan osmolaridad superior).

Dransfield (1977) y Seideman (1986) encuentran diferencias significativas en la terneza entre músculos diferentes, con distinto contenido en colágeno. Sorensen (1981) encuentra correlación significativa entre contenido en colágeno y terneza en el músculo *Semitendinosus* pero no en el *Lonsissimus dorsi*. Also Harris et al., (1992), no encuentran ninguna correlación significativa entre contenido y solubilidad del colágeno y terneza de la carne

5.2.2.4.- EDAD

La dureza tiene un comportamiento variable, aumentando en vacuno hasta los 9 meses; por el contrario, desde los 9 hasta los 18, la dureza disminuye al aumentar la edad (Riley et al., 1986).

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Con la edad, el metabolismo se vuelve más oxidativo y la velocidad de contracción del conjunto de la musculatura disminuye, así como la velocidad de tenderización. Además, las fibras de colágeno se hacen más termoestables, con lo que la dureza de base aumenta en relación a la carne de animales jóvenes (Valin et al., 1975).

La concentración de colágeno no varía significativamente durante el crecimiento del animal hasta el sacrificio (Dikeman et al., 1986); sin embargo, el colágeno soluble, disminuye con el peso y la edad del animal (Sorensen, 1981; Cross et al., 1984; Bailey y Light, 1989).

Jimeno et al., (1998), afirman que el contenido en colágeno aumenta con la edad, hasta los 12-14 meses, momento en que tiende a estabilizarse, mientras que la solubilidad del colágeno disminuye conforme el animal crece, lo que hace que la carne de los animales de mayor edad sea más dura.

Otros autores coinciden en afirmar que la estabilidad del colágeno caliente es estrechamente dependiente de la edad del animal (Boccard et al., 1970; Heinza et al., 1986; Young et al., 1993).

La estructura del colágeno puede estar influenciada por el manejo del animal en granja, y los cambios que se producen pueden persistir desde la granja hasta el matadero (Harper et

al., 1997). La contribución del colágeno a la dureza de la carne, aumenta con la edad del animal, debido al incremento en el número de enlaces covalentes termoestables que unen las moléculas individuales de colágeno (Tarrant, 1998). Este mismo autor afirma que, contrariamente a lo que se supone que ocurre con el tejido conectivo, la dureza miofibrilar no aumenta con la edad del animal .

5.2.2.5.- SEXO

Los músculos de animales hembras y machos castrados (los más tiernos), presentan un nivel más alto de fibras blancas que los de animales machos enteros (Young y Bass, 1984). Respecto al colágeno, en las hembras su tasa y el grado de reticulación son más bajos que en los machos castrados y en éstos que en los machos enteros (Touraille, 1982).

Parece ser que no existen diferencias entre sexos en cuanto al contenido en colágeno muscular, ni total ni soluble (Shackelford et al., 1992); sin embargo en varios trabajos se ha encontrado mayor dureza en la carne de los machos enteros frente a la de los castrados (Seideman et al., 1982; Riley et al., 1983; Shackelford et al., 1992).

5.2.2.6.- ALIMENTACIÓN Y MANEJO

Se ha demostrado que los animales que consumen dietas con un elevado contenido energético, proporcionan carne más tierna, debido probablemente al mayor contenido de grasa infiltrada.

Algunos autores (Larick, 1987; Larick y Turner, 1990) afirman que el manejo de la dieta en la etapa previa al sacrificio, puede tener efectos significativos en la medida de parámetros de calidad de la carne: terneza, flavor y color. El acabado con concentrado produce carne más tierna que el acabado con hierba (Larick et al., 1987). Esto mismo ha sido demostrado por Espejo et al., (1998), quienes encuentran una mayor terneza en la carne de terneros de tres tipos genéticos diferentes, cuando son alimentados a base de concentrado que cuando consumen pasto.

Albertí et al., (1995), en un trabajo con terneros de raza Parda y Pirenaica, alimentados con un pienso testigo y con mandioca y gluten feed, observan una mayor terneza en la carne de los animales que consumieron mandioca y gluten-feed. Dado que no hubo diferencias en los valores de pH, la terneza podría estar relacionada con la mayor velocidad de crecimiento de los terneros (Aberle et al., 1981), lo que origina una mayor proporción de glucógeno neoformado (Wu et al., 1981) y de fibras oxidativas que hacen disminuir la dureza. Además cuando la tasa de crecimiento es elevada, el colágeno muscular de nueva síntesis tiene menor cantidad de uniones termolábiles y también puede aumentar la actividad de los enzimas proteolíticos durante la fase postmortem (Sañudo et al.,1997). Es importante que el plano de nutrición sea elevado, ya que cuanto más rápido es el crecimiento, mayor es la síntesis de colágeno. El colágeno recién sintetizado, diluye el más antiguo, haciendo que el colágeno estable al calor sea más sensible (McCormick, 1994). Esto conlleva a una mayor labilidad del colágeno y consecuentemente, la carne es más tierna. McCormick, cuestiona sin embargo que hay una relación compleja entre la síntesis de colágeno y los cambios que se producen en las características del colágeno (enlaces cruzados), que no pueden explicarse sólamente por el efecto de la dilución.

Blanchard et al., (1995), observan que la terneza es mayor cuando los animales han crecido rápidamente, especialmente en el período justo antes del sacrificio. Esto puede deberse a la activación de las calpaínas.

Damergi et al., (1996), en un trabajo realizado con terneros, muestran que el crecimiento compensatriz incrementa la terneza debido al colágeno y mejora la solubilidad del colágeno. Estas diferencias son distintas en machos enteros que en castrados, siendo mejores las consecuencias sobre los últimos. La solubilidad del colágeno aumenta después de un período de crecimiento compensatriz (Kopp, 1971; Kopp y Bonnet, 1982; Boccard y Bordes, 1986; Piccard et al., 1995). Además en este mismo trabajo se pone de manifiesto que el aumento de la solubilidad del colágeno es más o menos evidente según el estado androgénico del animal y el músculo considerado.

La duración del período de acabado parece que no influye sobre el contenido total de colágeno o el porcentaje de colágeno soluble, en cambio sí mejora la terneza de la carne (Shackelford et al., 1992). Koch et al., (1976), señalaron que la mayor duración de la

alimentación en base a concentrado puede compensar el efecto de la edad sobre el endurecimiento de la carne. El nivel energético de la dieta parece tener un efecto variable sobre el contenido total de colágeno o sobre el porcentaje del mismo que es soluble (Crouse et al., 1985; Dikeman et al., 1986).

El adecuado control del estrés presacrificio podría conducir a una carne más tierna, ya que la adrenalina inhibe el sistema proteolítico de las calpaínas que tenderiza el músculo postmortem (Sensky et al., 1998). Según Diestre, (1991), los factores más importantes que afectan a la presentación de carnes DFD y PSE, tienen lugar después de que el animal abandona la granja.

Otro apartado importante, dentro de este capítulo, lo constituye el uso de anabolizantes. La carne tratada con beta-agonistas es más dura, ya que éstos hacen que el músculo pierda la actividad proteásica, que es la responsable de que se produzca el ablandamiento de la carne durante la maduración. Las hormonas influyen negativamente sobre la terneza debido al aumento del contenido en colágeno (Touraille, 1986; Renerre et al., 1989).

5.2.2.7.- FACTORES TECNOLÓGICOS

El procesado convencional de las canales incluye su refrigeración postmortem rápida, la cual puede producir una contracción excesiva de las miofibrillas antes de la fase de rigor, dando como resultado una carne más dura. Para prevenir este fenómeno llamado "Cold shortening" (acortamiento por el frío) se utilizan habitualmente dos métodos de efecto tenderizador: la refrigeración retardada (las canales se mantienen intactas fuera de la cámara de refrigeración durante unas pocas horas, antes de la refrigeración habitual por debajo de los 10ºC) y la estimulación eléctrica de las canales (consiste en aplicar una corriente eléctrica a las mismas mediante electrodos de contacto, que hace que además de minimizar el efecto de "cold short", provoca la ruptura mecánica y posiblemente aumenta la solubilidad del colágeno).

Si se disminuye el ritmo de enfriamiento se mantiene la terneza de la carne, siendo tan grande la importancia de dicha velocidad, que puede llegar a reducir el efecto que tiene el espesor de la grasa subcutánea (Vanderwert et al., 1989) y ésto es especialmente importante en

las canales más magras, como es el caso de las razas de maduración tardía (Wheeler et al., 1989). Una mayor temperatura postmortem de la carne mejora su terneza, siendo preponderante este factor sobre el pH (Marsh et al., 1981).

Se han propuesto diversos métodos con el fin de acelerar la tenderización de la carne y mejorar su terneza final (Gil, 1996, Tarrant, 1998):

- Adición de enzimas "tenderizadores"

- Infusión de ión calcio: la infusión de canales bovinas y ovinas , o la inyección de los músculos con cloruro cálcico da como resultado una tenderización casi completa en un día postmortem (Koohmaraie et al., 1990). El mecanismo principal es probablemente la activación de las calpaínas (enzimas calcio-dependientes), aunque no se descarta el efecto de la contracción muscular mediatizada por el ión calcio (Geesink et al., 1994). Este método parece ser una tecnología viable para mejorar la terneza, pero los aspectos prácticos deben ser todavía puestos a punto y además deben estudiarse sus efectos sobre otras características de calidad.

- Presurización del músculo: una breve exposición del músculo pre-rigor a presión elevada produce una disminución importante de la dureza (Mac Farlane, 1985). Desde el punto de vista de aplicación comercial, la tenderización de la carne post-rigor es más importante que la de carne pre-rigor. La presurización no afecta a las características del tejido conectivo y aumenta la cantidad de catepsinas libres debido a la liberación de enzimas lisosomales.

- Ultrasonidos: aceleran la tenderización a través de la desestabilización de los lisosomas, y por tanto, del aumento de la actividad proteolítica lisosomal en los músculos (Roncalés et al., 1993). Su utilización provoca un aumento significativo de la proteolisis postmortem mientras que las membranas de las fibras musculares son dañadas sólo parcialmente.

- Terneza por estiramiento ("Tendertretch"): la suspensión de las canales por el hueso pélvico causa el estiramiento de varios músculos durante la instauración del rigor. Este estiramiento limita la contracción postmortem y da como resultado una matriz proteica menos densa y una carne más tierna (Herring et al., 1977). La orientación de las fibras de colágeno en relación a las fibras musculares interfiere con el efecto del estiramiento sobre la terneza (Purslow, 1994).

O´Halloran et al., (1998), encuentran una mayor terneza en la carne de las canales colgadas, independientemente del tiempo de maduración. Así, en una canal colgada durante un día de maduración, la terneza de la carne es similar a la de una canal que no se ha sometido a este tratamiento y ha permanecido 14 días de maduración. Con este método se consigue aumentar la longitud del sarcómero y la actividad de la calpastatina.

- Tratamiento ácido en la tenderización: la inyección de una solución ácida origina una mayor terneza de la carne y como consecuencia la fuerza mecánica es menor (Cannon et al., 1993; Eilers et al., 1994; Ertbjerg et al., 1995). También la maceración con ácido láctico o acético, reducen la resistencia al corte (Wenham and Locker, 1976; Lewis and Purslow, 1991; Kijowski and Mast, 1993; Ertbjerg et al., 1995). El efecto del tratamiento ácido en la tenderización fue asociado inicialmente con un incremento de la solubilidad del colágeno (Stanton and Light, 1990; Oreskovich et al., 1992; Ertbjerg et al., 1195). Posteriormente se ha observado que este tipo de tratamiento acelera la liberación de enzimas lisosomales (Ertbjer et al., 1995). La duración de la tenderización depende de la activación de la proteasa calpaína, especialmente de la forma u-calpaína (Koohmaraie, 1996; Tornberg, 1996). Berge et al., (1998), afirman que la inyección de ácido láctico, reduce el contenido de colágeno insoluble, sin afectar a la duración del almacenamiento. Hay autores que consideran que la eficiencia del tratamiento depende de la penetración en la carne y de la concentración del ácido (Winham y Locker, 1976; Lewis y Purslow, 1991; Rao y Gault, 1990) así como de la dureza intrínseca de la carne (Wenham y Locker, 1976).

- Enfriamiento rápido de las canales: El enfriamiento rápido ha sido definido por Dransfield y Roncalés (1998) como aquel que da lugar a una temperatura de 0ºC en la parte interna del músculo a las 4-5 horas postmortem. Tomás et al., (1998), observan que la carne de las canales sometidas a un enfriamiento rápido es más tierna que la enfriada de forma convencional. El enfriamiento rápido origina un pH final más alto, una ligera mayor liberación de calcio, y ésto unido a algunos efectos desconocidos, incrementa la actividad proteolítica de las calpaínas. Bowling et al., (1987), encuentra que la carne de las canales vacunas enfriadas a temperatura comprendida entre 1 y -1ºC es más tierna que la que se enfría convencionalmente. Otra ventaja de este tratamiento, es que previene del riesgo microbiológico, así como las pérdidas de peso por evaporación que se producen con el enfriamiento convencional (Joseph, 1996).

Estos efectos también se han demostrado en corderos (Jaime et al., 1992) y en cerdos (Van Laack et al., 1996).

Fisher et al., (1994), se cuestionan sobre el efecto de tratamientos de forma conjunta como enfriamiento lento, estimulación eléctrica y supensión de la canal del hueso pélvico y concluyen que estos tratamientos que individualmente confieren una mayor terneza, no siempre son acumulativos.

Otro factor importante, son las condiciones de cocinado: tratamiento térmico, temperatura, etc. Así, por ejemplo, el efecto que tiene el contenido en colágeno, la longitud de la fibra muscular o la cantidad de grasa intramuscular sobre la dureza de la carne va a depender de las condiciones más o menos severas durante el proceso de cocinado, temperatura y tiempo (Dransfield, 1977). Los distintos tipos de colágeno tienen distinta resistencia al calor (Burson, 1985) y su correlacion con la terneza varía. De Smett et al., (1998), observan que la resistencia al corte es superior en carne cocida que en carne cruda. El efecto del calentamiento sobre la carne, origina una desnaturalización del colágeno que lo convierte en gelatina a la vez que se produce una coagulación de las proteinas miofibrilares, dando como resultado un incremento de la dureza (Harris y Shorthose, 1988). La resistencia al corte en carne cruda, se debe a la dureza del contenido en colágeno, mientras que en carne cocida, se debe a la dureza miofibrilar. La textura de la carne cocinada está determinada por la pérdida de líquido debida a la contracción del colágeno, la resistencia de las miofibrillas desnaturalizadas y la fuerza residual del tejido conectivo intramuscular (Bauley, 1989; Bailey y Light, 1989).

También se ha observado el efecto de la dirección de corte de las fibras musculares, resultando más duros los filetes cortados en sentido paralelo a las fibras, que aquellos en que el eje de corte es perpendicular a las fibras musculares (Murray et al., 1983; Sañudo, 1997).

5.3.- DETERMINACIÓN DE LA TERNEZA

La medición de la terneza de la carne, resulta complicado ya que en ésta influyen varios aspectos de manera conjunta: la jugosidad, el componente miofibrilar y el tejido conjuntivo

(Cover et al., 1962; Bougon et al., 1975). No hay aparatos ni técnicas que permitan medir simultáneamente estos tres aspectos. A esta dificultad se une la complicada tarea de comparar resultados procedentes de la medición con diferentes instrumentos y en distintas condiciones de conservación y de preparación de las muestras.

Entre los métodos instrumentales que más se utilizan, figuran los siguientes:

- Método de Warner-Bratzler: mide la resistencia al corte, mediante una célula de corte triangular o rectangular.

- Test de doble compresión o perfil de textura (TPA): la muestra se somete a una doble compresión, hasta una determinada altura inicial, imitando la mandíbula. Esta técnica permite determinar dureza, fracturabilidad, cohesividad, adhesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad.

- Determinación química de la cantidad de colágeno, así como de su solubilidad.

- Medida de la longitud de los sarcómeros.

- Determinación del índice de fragmentación miofibrilar: refleja el grado de proteolisis que sufren las miofibrillas debido a la maduración.

En los últimos años se han desarrollado modelos estadísticos con el fin de predecir la terneza final de la carne. Dichos modelos relacionan características bioquímicas del músculo, como el pH, las actividades de las calpaínas y catepsinas y sus inhibidores, el índice de fragmentación miofibrilar, etc., con medidas mecánicas (test de compresión Warner-Bratzler) y sensoriales (panel test) de la dureza de la carne a lo largo del acondicionamiento (Shackelford et al., 1991; Whipple et al., 1990). Los resultados preliminares indican que las actividades de la calpastatina (inhibidor de las calpaínas) y de las cistatinas (inhibidores de las catepsinas) podrían ser buenos predictores de la terneza.

Algunos estudios muestran la relación entre la medida de la terneza con métodos objetivos (test de compresión Warner-Bratzler) y sensoriales (panel de degustación). Bouton et

al., (1975), afirman que más del 75 por 100 de la variación en la terneza evaluada por un panel de degustadores entrenados, se podría explicar utilizando la prueba de resistencia al corte (Warner-Bratzler), valores de compresión y de pérdidas por cocción. Shackelford (1995) señala que la correlación entre los resultados de terneza obtenidos a partir de un panel de degustación y de resistencia al corte, varía ampliamente con el tipo de músculo. Así, encuentra un coeficiente de determinación de 0.00 para el músculo *Gluteus medius*, mientras que para el *Longissimus dorsi* es de 0.73. Guerrero et al., (1995), comparan 4 métodos instrumentales de evaluación de la terneza de la carne de ternera y concluyen que tanto en el ensayo de Warner-Bratzler como en el de penetración (utilizando dos sondas cilíndricas, que miden la fuerza en el punto de ruptura), se producen simultáneamente fuerzas de compresión y de cizalla similares a las producidas por los molares sobre los alimentos, lo cual proporciona un mayor poder comparativo con las valoraciones sensoriales.

De Smett et al., (1998), no encuentran correlación entre la medida de la terneza de la carne cocida por un método instrumental (Warner-Bratzler) y por un método sensorial (panel de cata). La explicación puede estar en el distinto tratamiento térmico de la muestra en el laboratorio (baño maría a75ºC durante 1 hora) y en el panel (asado al grill a 85-90ºC durante 2 minutos).

5.3.- JUGOSIDAD - CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

5.3.1.- GENERALIDADES

Hamm (1960), define la capacidad de retención de agua (CRA) como la capacidad que tiene la carne para retener su agua constitutiva durante la aplicación de fuerzas extrañas o de tratamiento. Sañudo (1992) la define como un parámetro físico-químico y como la capacidad de la carne para retener el agua que ella misma contiene durante la aplicación de fuerzas extrañas tales como cortes, calentamiento, trituración y prensado, lo cual tiene gran interés durante su conservación, fileteado, cocinado y transformación.

En la jugosidad de la carne, influyen el contenido en grasa y el contenido en humedad. También cuanto más tierna es la carne, más rápidamente se liberan los jugos durante la masticación, y mayor es la sensación de jugosidad que se produce.

El contenido en agua y su distribución tiene gran influencia en las propiedades de la carne, especialmente en la dureza, jugosidad, color y apariencia (Hamm, 1960; Davey y Gilbert, 1974; Offer et al., 1989). La jugosidad, además de determinar la jugosidad de la carne que se consume en fresco, juega un papel muy importante en los procesos de transformación de la materia prima en distintos productos cárnicos.

El agua, se encuentra en el músculo en tres fracciones: una pequeña cantidad se encuentra como "agua ligada", y está fuertemente unida a las cargas eléctricas de los aminoácidos de las proteinas musculares; la mayor cantidad, se encuentra como "agua inmovilizada" y está débilmente unida a los enlaces peptídicos. Por último, la tercera fracción es el "agua libre", que se encuentra entre las fibras musculares y el tejido conjuntivo, está unida sólamente por fuerzas de tensión superficial y se elimina durante el procesamiento y cocción de la carne. Esta fracción es fácilmente expulsada del músculo al aplicar una fuerza extraña (Forrest et al., 1979).

Cuando desciende el pH, disminuye la capacidad de retención de agua, ya que al unirse las proteinas musculares actina y miosina, la estructura miofibrilar se va cerrando, dejando menos espacio disponible para el agua. A este fenómeno se añade, que cuando el pH se aproxima al punto isoeléctrico de las proteinas, éstas poseen menos cargas eléctricas, y la capacidad de retención de agua se hace mínima. Según algunos autores (Bouton, 1972; Honikel et al., 1981; Gault, 1985; Honikel, 1991), la capacidad de retención de agua de la carne depende en más de un 80 por ciento del valor final y de la caída del pH del músculo.

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

Al hablar de la jugosidad de la carne se pueden distinguir dos estadíos. En primer lugar aparece una jugosidad inicial, que produce una sensación de humedad al inicio de la masticación, debido a una rápida liberación de jugo, y esta jugosidad depende básicamente de la capacidad de retención de agua de la carne. Posteriormente, aparece una jugosidad continuada, mantenida o sostenida, la cual está determinada por la cantidad de grasa que esa carne posea. Además la grasa, estimula la secreción de la saliva y según algunos autores (Jennings et al., 1978; Honikel, 1987; Sañudo, 1992), la carne de los animales con mayor estado de engrasamiento es más jugosa. Esto podría explicarse por el efecto que la grasa intramuscular ejerce sobre la microestructura, permitiendo la retención de una mayor cantidad de agua (Hamm, 1960).

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

5.3.2.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CRA

5.3.2.1.- ESPECIE

Wismer-Pedersen, (1994) observa la existencia de diferencias en la CRA de distintas especies animales, encontrando mayores valores en el porcino que en el vacuno. Según Lawrie (1988), la explicación podría deberse a los distintos valores de pH que presentan las distintas especies.

La capacidad de resistencia al estrés varía de unas especies a otras, así como el metabolismo muscular, lo que implica diferencias en los ritmos de descenso del pH y en la CRA.

5.3.2.2.- RAZA

La capacidad de retención de agua, como la aptitud de la carne para mantener ligada su propia agua, disminuye con el desarrollo muscular. Monin (1991), observó la tendencia a disminuir la CRA cuando se aumenta el desarrollo muscular.

Sin embargo, Albertí et al., (1995) no encuentran diferencias significativas en la CRA, ni por el efecto raza, ni por el efecto tipo de alimentación, en la carne procedente de terneros de las razas Parda Alpina y Pirenaica, alimentados con un pienso testigo y con un pienso de mandioca y gluten feed. Contrariamente, Espejo et al., (1998) en un trabajo realizado con terneros de raza Retinta y cruces de ésta con Limusín y Charolés, alimentados con pasto y con concentrado, encuentran diferencias significativas en los valores de la CRA debidas al efecto raza, pero no al tipo de alimentación.

Los distintos ritmos de crecimiento de los diversos tipos de fibras determinan diferencias en la CRA, así las razas con hipertrofia muscular tienen menor CRA debido al mayor porcentaje de fibras blancas.

5.3.2.3.- TIPO DE MÚSCULO

La carne procedente de los distintos músculos, presenta grandes diferencias en la capacidad de retención de agua. Según algunos autores, esto puede deberse a las diferencias de pH (Bouton et al., 1971) y también a las diferencias de las fracciones miofibrilar y conjuntiva (Monin, 1991).

Las diferencias entre músculos en la CRA de la carne cruda son grandes y esto se explica en parte, pero no exclusivamente, por la relación agua/proteina, por la velocidad de

descenso del pH y por el pH último. En la carne cocinada esa CRA está afectada también por las alteraciones que el calor provoca en la fracción proteica, lo que puede estar relacionado con el tipo de fibra.

Dentro de un mismo músculo las variaciones en la CRA debidas a la distribución de los distintos tipos de fibras, son mínimas (Henrickson y Mjoset, 1964; Gariepy et al., 1990).

5.3.2.4.- SEXO

Se ha descrito mayor capacidad de retención de agua en los machos que en las hembras a una misma edad, debido posiblemente más a las diferencias en el pH final de la carne que a la propia estructura miofibrilar (Wismer-Pedersen, 1994).

Los porcentajes de los distintos tipos de fibras que constituyen los músculos varían según el sexo (Griffin, 1984), lo cual implica diferencias en los procesos metabólicos y por tanto variaciones en el pH, ligeramente menor en los machos castrados que en los enteros y diferencias en la CRA, teniendo mayor CRA los novillos castrados que los enteros (Crouse et al., 1983; Riley et al., 1983; Dransfield et al., 1984)., si bien ésto no se refleja en diferencias significativas en la jugosidad valorada sensorialmente (Riley et al., 1983); Purchas, 1990, obtiene menor porcentaje de jugo exprimido y menores pérdidas por cocinado para los machos enteros que para los castrados, pero al ajustar para el valor final del pH se anulan las diferencias en la carne cruda mientras que en la carne cocinada se refleja una mayor CRA en la carne de los castrados, coincidiendo con lo anteriormente señalado.

5.3.2.5.- EDAD

Con la edad, la CRA en la carne de bovinos disminuye (Wismer-Pedersen, 1994). Este mismo efecto ha sido observado por Sañudo y Sierra (1982) y López (1987) en el ganado ovino. Sin embargo, inversamente ocurre con la jugosidad, que se incrementa a medida que aumenta la edad, debido al mayor contenido de grasa intramuscular (McBee y Wiles 1967; Breidenstein et al. 1983).

Los cambios en el tamaño de las fibras musculares y en el porcentaje de los distintos tipos varían según el período de edad considerado (Guenther et al., 1981), modificándose las características metabólicas del músculo y aún cuando el valor último del pH tiene poca variación, con una tendencia a que sea ligeramente más bajo, la velocidad de caída de ese pH aumenta con la edad (Sañudo, 1993) y la CRA disminuye.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

5.3.2.6.- ALIMENTACIÓN

En un trabajo realizado por Albertí y Sañudo (1987) con terneros frisones, observaron que el acabado prolongado a pienso incrementó la CRA, mientras que la naturaleza del pasto empleado no influyó sobre ésta. En la jugosidad, como característica afectada por el nivel de engrasamiento, se ha comprobado que influye el nivel de energía, resultando más jugosa la carne de animales alimentados con dietas ricas en energía (Hedrick et al., 1983; Aalhus et al., 1992). En el mismo sentido, García Torres et al., 1996, observan en terneros de raza Retinta, una mayor CRA en aquellos que fueron alimentados a base de concentrado.

5.3.2.7.- USO DE ANABOLIZANTES

El uso de determinadas sustancias, tireostáticos, aumentan el contenido de agua de la carne lo cual no se traduce en un incremento paralelo de la CRA, pues el agua que se acumula en la carne "por encharcamiento" se expulsa fácilmente (Barriada, 1993). El clembuterol ralentiza el descenso de pH sin afectar a su valor final, disminuye la CRA de la carne y la endurece (Geesink et al., 1993).

5.3.2.8.- MADURACIÓN

Con la maduración aumenta la CRA de la carne. Según Santolaria (1993), a medida que va descendiendo el pH, aproximándose al punto isoeléctrico de las proteinas, se van bloqueando los grupos polares y se igualan las cargas positivas y negativas libres, por lo que el agua inmovilizada, y en cierta medida, la libre, tienden a salir al exterior, disminuyendo la CRA.

La estimulación eléctrica disminuye la velocidad de descenso de la temperatura de las canales (Geesink et al., 1993) lo cual va a influir sobre la CRA. Disminuye sensiblemente las pérdidas de agua por goteo y por cocinado, en tanto que la jugosidad parece verse significativamente devaluada (Powell, 1991).

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

5.3.2.9.- COCINADO

Según Offer et al., (1984) las pérdidas de agua durante el cocinado pueden ser de hasta un 40 por ciento dependiendo del proceso de cocinado, tiempo de cocinado (Lawrie, 1966), la dimensión del trozo y las propiedades físicas de la carne (Bouton et al., 1976). La temperatura final de cocinado es el factor principal que influye en la cantidad de las pérdidas (Renk et al., 1985). A esto hay que añadir que parte del jugo que pierde la carne durante la cocción no es de naturaleza acuosa, ya que las temperaturas elevadas funden la grasa y destruyen las estructuras que la retienen (Lawrie, 1966).

5.3.3.- MÉTODOS DE MEDIDA

Existe un amplio abanico de técnicas para determinar la capacidad de retención de agua; sin embargo los resultados que se obtienen con los distintos métodos, no son comparables (Lizaso, 1997), y dado que la CRA cambia con el tiempo transcurrido desde el sacrificio y con la temperatura, no es posible interpretar adecuadamente ningún resultado si no se conocen dichas circunstancias. Tanto es así, que en el trabajo realizado por Lizaso et al., (1997) en carne de terneros de raza Pirenaica, se observa que durante la maduración se produce una disminución significativa del porcentaje de jugo expelido. La explicación de este hecho, puede ser la modificación de las proteinas miofibrilares producida durante la maduración (Lawrie, 1977).

Todas las técnicas de evaluación de la CRA se basan en la determinación de la fuerza con que el agua está ligada a las proteinas musculares, ó, de la cantidad de agua fuertemente unida, pero de modo indirecto, ya que cuantifica realmente el agua libre (jugo expelido). Entre los métodos más comunmente utilizados, figuran:

- Determinación del porcentaje de jugo liberado por compresión (Grau y Hamm, 1953): se basa en comprimir bajo un peso determinado, una muestra de carne desmenuzada de peso conocido, colocada entre dos papeles de filtro, y a su vez entre dos placas de vidrio durante un tiempo determinado, transcurrido el cual se vuelve a pesar y se determina la pérdida de jugo por diferencia. El resultado se expresa como porcentaje de jugo liberado.

- Método de centrifugación: consiste en analizar el contenido en agua de la carne tras la centrifugación. Son más complicados de realizar, y pueden afectarse por diversas variables instrumentales (peso de la muestra, tiempo, temperatura y velocidad de centrifugación).

- Mermas de peso (por evaporación, goteo, o descongelación).

De todos ellos, Barton Gade et al., (1994), y Honikel, (1998), recomiendan el método de pérdidas por goteo y el métodos de pérdidas por cocción. Los principios en los que se basan estos dos métodos se detallan a continuación.

- Pérdidas por goteo: las pérdidas de agua se originan por los cambios de volumen de las miofibrillas causados por el rigor y/o la contracción, cuando las miofibrillas se encogen por el descenso del pH o por la contracción subsiguiente a la unión de las cabezas de la miosina a los filamentos de la actina. El fluido que se expele se acumula entre los haces de fibras. Cuando se corta un músculo, este fluido acuoso drena por la superficie a favor de la gravedad, si su viscosidad es bastante baja y las fuerzas de capilaridad no lo retienen (Offer y Knight, 1998).

- Pérdidas por cocción: durante el calentamiento de la carne hasta una temperatura en torno a los 75ºC, sus proteinas se desnaturalizan. Esto produce cambios estructurales como la destrucción de membranas celulares, encogimiento longitudinal y transversal de las fibras, agregación de proteinas sarcoplásmicas y encogimiento del tejido conjuntivo. Todos estos fenómenos, y especialmente el último, origina pérdidas por cocción en la carne cuando se la

somete a calor. Los efectos del calor sobre las proteinas musculares y su estructura han sido muy bien descritas por Hamm (1977) y Offer (1984). Este método presenta una buena relación con la jugosidad. La muestra que se pesa antes y después del tratamiento térmico, se somete a un baño maría a una temperatura y durante un tiempo previamente determinados.

5.4.- ANÁLISIS SENSORIAL

5.4.1.- GENERALIDADES

BIBLIOTECA VIRTUAL

El estudio de los caracteres sensoriales de cualquier alimento en general, o de la carne en particular adquiere una especial importancia, pudiendo tener un carácter prioritario, para cualquier estudio cuyo objetivo sea analizar la influencia de los factores de producción (genética, nutrición, manejo,.....) sobre la aceptabilidad de los consumidores.

Hay ciertas propiedades sensoriales o características organolépticas que se perciben por medio de un sólo sentido, pero hay otras que son detectadas por dos o más. Estos atributos se valoran por medio del análisis sensorial, el cual utiliza como instrumento de medida los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Cuando se quiere evaluar la calidad sensorial de un alimento, es decir, el resultado de las sensaciones que experimentan los consumidores el mejor camino es preguntárselo a ellos mismos (Beriain et al., 1997). El análisis de la composición química y de las propiedades físicas de un alimento proporciona información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor pero no sobre las sensación que éste experimenta. El análisis sensorial puede considerarse objetivo, siempre que las medidas se hagan en unas condiciones adecuadas. En este aspecto tiene gran importancia la selección y el entrenamiento de los jueces (Norma ISO 8586), la preparación de las muestras (estandarizando tanto las condiciones de congelación y descongelación como indican Seeman y Staerk, 1986, como las de temperatura y tratamiento culinario, tamaño, presentación, etc), así como el lugar de la prueba. Diversos trabajos, indican diferentes modelos y diseños de salas de cata (Costell y Durán, 1982; Amerine et al., 1965). También hay que tener en cuenta la hora de realización de

la prueba, el número máximo de muestras a evaluar en una misma sesión y el tratamiento estadístico e interpretación de los resultados.

Existen diferentes pruebas para analizar organolépticamente la carne. Por un lado están las pruebas afectivas en las que el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o no, sin más, y por tanto los jueces no requieren entrenamiento. Otro tipo de pruebas que se utilizan son las discriminativas, en las que se expresa si existen diferencias entre dos o más muestras, y por último, las pruebas descriptivas definen las propiedades sensoriales y a la vez las evalúan, de la forma más objetiva posible, mediante el uso de escalas. Este tipo de pruebas requiere el entrenamiento intenso de los jueces, son las que mayor información aportan acerca del producto y son las más utilizadas en el caso concreto de la carne (Robson, 1994).

Según Guerrero et al., (1997), en el análisis sensorial hay tres tipos de fuentes de variación, que son el catador, la sesión de cata, y todas aquellas circunstancias relacionadas con la muestra (orden de presentación, cantidad de muestra, temperatura, etc.). A su vez, puede ocurrir que todos los catadores prueban todos los tratamientos en todas las sesiones, en cuyo caso se trata de un diseño de bloques completos, o por el contrario, puede que en una misma sesión no se valoran todos los tratamientos o que en una misma sesión cada catador valora tratamientos diferentes, cuando se trata de un diseño de bloques incompletos. En este último diseño, el número de muestras a evaluar es más elevado que en el caso de diseño de bloques completos.

5.4.2.- PROPIEDADES SENSORIALES BÁSICAS

- COLOR: Es la percepción de la luz reflejada por un objeto. Es una propiedad que puede ser medida de forma instrumental con más efectividad que en forma visual (sensorial). De cara al consumidor, el color interfiere con otras características organolépticas. Así, un color de carne oscuro se asocia inconscientemente con un sabor más intenso o con una mayor dureza. Por ello, aunque el color no se evalúe directamente como tal, conviene enmascararlo

durante el proceso de cata mediante luces rojas, con el fin de evitar la asociación de propiedades que conduzca a error.

- OLOR: Es la percepción que tiene lugar en las fosas nasales, a través de la nariz, donde una multitud de sensores son capaces de reaccionar frente a moléculas volátiles liberadas por el producto. Existe una amplia gama de olores, de forma que aparte del olor característico del alimento, se pueden apreciar olores "a sangre", "a hígado", "a pescado", "rancio", etc.

- FLAVOR: Es la percepción de las sustancias aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca. Estas llegan a los centros sensores del olfato, bien como compuestos volátiles por vía retronasal, o disueltas en las mucosas del paladar y faringe a través de la Trompa de Eustaquio.

- SABOR: Es la propiedad sensorial de los alimentos percibida por la lengua. Los cuatro sabores básicos son el dulce, el salado, el ácido y el amargo. Además existen otros como el sabor "a hierro", "a sangre", "a hígado", etc.

- TEXTURA: Es la propiedad sensorial de los alimentos detectada por los sentidos del tacto y gusto, y que se manifiesta principalmente cuando el alimento sufre una deformación durante la masticación (Anzaldúa-Morales, 1984). Existen otros términos asociados al concepto de textura, como características o atributos de la misma (Larmond, 1976; Kramer, 1984, Cepero y Sañudo, 1996) que se clasifican en:

- Dureza: Es una propiedad mecánica que indica la fuerza necesaria para comprimir una sustancia entre los molares.

- Cohesividad: Es una propiedad mecánica que indica el grado hasta el que se comprime una sustancia entre los dientes antes de romperse.

- Elaticidad: Propiedad mecánica indicativa del grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez que ha sido comprimido entre los dientes.

- Masticabilidad: Propiedad mecánica que indica el tiempo requerido para masticar la muestra, a una tasa constante de aplicación, para reducirla a una consistencia adecuada para tragarla.

- Fibrosidad: Es una propiedad de carácter geométrico, y da idea de la facilidad para descomponer la muestra en fibras de una cierta estabilidad.

- Aspereza: Al igual que la anterior, también es una propiedad de carácter geométrico. Indica la sensación de rugosidad superficial apreciable en las muscosas de la boca.

- Jugosidad: Es una propiedad de composicón que expresa la facilidad para soltar el agua que contiene la muestra durante la masticación y/o para estimular la secreción de saliva.

- Untuosidad: Propiedad de composición que indica la capacidad para producir una sensación aceitosa o granosa en la cavidad bucal.

La valoración de los diferentes atributos de textura, al igual que ésta dentro del análisis sensorial global, debe realizarse siguiendo su orden de aparición. Así, primero se evaluarán las características de superficie, después la elasticicida y otras propiedades relacionadas con la resistencia a la deformación y por último la masticabilidad y el resíduo que permanece en la boca tras la deglución.

Guerrero (1997), propone los atributos sensoriales habituales en la valoración de la carne cocinada de rumiantes. Estos son:

* Olor: valorado inmediatamente después de desenvolver la muestra sobre los vapores desprendidos por ésta. Puede presentar varias matizaciones:

- Hígado: olor similar al hígado hervido.
- Sangre: olor a sangre caliente de animal recién sacrificado.
- Orina: olor penetrante, ligeramente agrio y amoniacal que recuerda a la orina.
- Otros atributos: leche, rancio, agrio, excrementos, ...

* Flavor: valorado durante el proceso de masticación de un trozo de muestra caliente. Presenta varios atributos:

- Hígado: flavor similar al del hígado hervido.
- Sangre: flavor a sangre fresca, similar al producido por soluciones acuosas diluidas de plasma en polvo.
- Acido: sabor elemental producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de los ácidos.
- Metálico: flavor asociado a la presencia de hierro en la muestra.
- Amargo: sabor elemental producido por soluciones acuosas diluidas de diversas sustancias tales como la quinina o la cafeina.
- Otros atributos: leche, rancio, orina, picante, grasa, sardina, lana, amoníaco, salazón,...

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

* Textura oral: valorada durante la masticación de un trozo de muestra de unos 2x2x2 cm con los molares de forma perpendicular a la superficie de la loncha.

- Dureza: fuerza requerido para deformar un trozo de alimento entre los molares.
- Jugosidad inicial: cantidad de agua liberada por el producto durante los primeros mordiscos.
- Cohesión: grado de deformación del producto antes de romperse.
- Harinosidad: sensación de harina en la boca similar a la producida por las alubias blancas cocidas.
- Desmenuzabilidad: grado en el que el producto se deshace en partículas pequeñas.
- Fibrosidad: sensación de fibras o hilos durante la masticación del producto.
- Jugosidad final: cantidad de agua liberada por el producto durnte los últimos mordiscos antes de su ingestión.
- Masticabilidad: tiempo o número de masticaciones necesarias para deglutir el producto.
- Untuosidad: sensación residual de película grasa que recubre el paladar.

- Resíduo: cantidad de producto difícil de ingerir que permanece entre los dientes o en la boca de forma residual.

- Terneza: característica multidimensional de la carne relacionada principalmente con su dureza y su desmenuzabilidad.

- Otros atributos: elasticidad, gomosidad, adhesión, pastosidad,.....

Para cada sensación hay un umbral, por debajo del cual nada es percibido, y por encima la sensación incrementa con el estímulo, no de forma lineal sino exponencial. Este hecho depende del sujeto que la percibe, de ahí la importancia de realizar el análisis sensorial con un número mínimo de jueces y de conocer la sensibilidad individual de todos ellos a la mayor cantidad posible de sensaciones que deberán ser valoradas.

También hay que tener en cuenta, el efecto de adaptación sensorial, produciéndose una caída de la intensidad de la sensación a lo largo del tiempo. Por este motivo es importante variar el orden de presentación de las muestras en todas las combinaciones posibles mediante el diseño de cuadrado latino, evitando que una sensación extrema en una muestra influya en las que se degusten a continuación.

Las características sensoriales de la carne están influenciadas por una gran cantidad de factores, tanto intrínsecos (individuo, raza, edad, sexo, etc), como extrínsecos (nivel energético de la ración, sistema de producción, materias primas de la dieta, tipo y duración del transporte hasta el sacrificio, etc), algunos de estos factores son especialmente importantes para esta calidad sensorial y pueden enmascarar la acción de otros (Sañudo, 1997). A estos factores, se suman una serie de circunstancias que acentúan la problemática de la percepción sensorial de la carne bovina. Por una parte, las muestras en el momento del análisis son consumidas en condiciones no habituales, y por otra, la muestra es muy heterógenea y poco repetible. En la canal, existen pocos músculos de un tamaño adecuado para asegurar el volumen de muestra requerida por el análisis sensorial, y estos músculos no son homogénemos, en cuanto a la estructura del tejido conjuntivo y a la dirección de las fibras musculares.

5.4.3.- FLAVOR

Este término se refiere a las sensaciones de aroma, olor y sabor, de manera conjunta. En la carne, se distinguen dos tipos de flavor. Uno, asociado con compuestos hidrosolubles del músculo (azúcares, aminoácidos, nucleótidos), es el flavor básico y es común para las distintas especies animales. El otro, es el flavor específico, propio de cada especie animal y está asociado a los componentes lipídicos. Este flavor específico, es el resultado de la oxidación de la fracción lipídica, y ésta reacción es inducida por el calor. La composición de los ácidos grasos tiene gran importancia, de forma que los ácidos grasos insaturados son más susceptibles a la oxidación y originan componentes volátiles de bajo peso molecular (aldehídos, cetonas, hidrocarburos, alcoholes).

BIBLIOTECA VIRTUAL

Durante la maduración de la carne se derrarrollan los precursores del flavor. y posteriormente, con el cocinado, tienen lugar reacciones entre el calor y estos precursores, originándose compuestos volátiles (responsables del aroma) y no volátiles (responsables del sabor). Los péptidos y los aminoácidos libres contribuyen al desarrollo del flavor de la carne durante la maduración (Nishimura et al., 1988; Kato et al., 1989; Aristoy y Toldrá, 1995) y/o durante el cocinado (Spanier et al., 1988; Spanier y Miller, 1996).

La maduración de la carne de vacuno ejerce un efecto muy importante sobre su palatabilidad y sobre el desarrollo del flavor (Touraille, 1994), produciéndose un aumento del aroma debido a la degradación de las proteinas y de la grasa intramuscular.

Los procesos de lipolisis y oxidación de los ácidos grasos, junto con la actividad proteolítica que conjuntamente se producen durante la maduración, originan un aumento en la intensidad del flavor (Touraille y Girard, 1985). El flavor de la carne de ternera cocinada está influido por el tiempo de maduración, mejorando con éste, su intensidad y su aceptabilidad (Seidy y Touraille, 1986; Jeremiah et al., 1991). Smith et al., (1978) observan una mejoría del flavor a los 11 días de maduración. En un trabajo desarrollado por Albertí et al., (1997), con terneros de 7 razas españolas, la carne con mayor número de días de maduración se valoró con mayor intensidad de olor y flavor, tanto global como a hígado, de acuerdo con las modificaciones que el músculo sufre a nivel de proteinas y de lípidos (Reineccius, 1994). Por el

contrario Jones et al., (1991) no aprecian diferencia en el flavor de la carne madurada de 4 a 11 días. Tampoco Ahmed et al., (1991) entre períodos de maduración de 3, 7 y 14 días.

En el flavor de la carne, influyen múltiples factores: la raza, el sexo, así como todos los factores que influyen en la calidad de la grasa. Es importante el tipo de alimentación, de forma que el acabado con una dieta rica en energía proporciona un flavor más intenso que cuando el acabado se hace con forraje. Según Boccard et al., (1982), los factores de producción y los métodos culinarios de los distintos países, también influyen sobre la calidad sensorial de la carne. Según Nishimura et al., (1988) el sabor de la carne de vacuno no mejora notablemente durante el acondicionamiento, como ocurre con la carne de cerdo o de pollo, debido a que el contenido en aminoácidos y de péptidos es menor en vacuno que en las otras especies. Coppock et al., (1977) afirman que el aroma de la carne de vacuno cocinada, se hace más acusado durante el acondicionamiento. Wilson et al., (1960) consideran que el olor a ácido y a sangre de la carne cruda, sólo desaparece con el acondicionamiento. Johansson, et al., (1998) comparando el perfil sensorial, según la temperatura de fritura de la carne de vacuno, encuentran un flavor a hervido cuando la temperatura es baja, mientras que en las muestras sometidas a temperaturas superiores, se aprecia un flavor a frito y una gran intensidad de aroma a carbón. Cuando las temperaturas se elevan más todavía, predomina el flavor a amargo y a quemado. Estos autores han encontrado determinados compuestos volátiles asociados con los distintos flavores y aromas que se generan a distintas temperaturas.

5.4.3.1.- IMPORTANCIA DE LA GRASA INTRAMUSCULAR EN EL DESARROLLO DEL FLAVOR

La grasa intramuscular tiene gran importancia en la calidad de la carne (textura, jugosidad, flavor). Pequeñas cantidades de grasa son necesarias para lubricar las fibras musculares y así favorecer la jugosidad y el flavor del producto cocinado (Beriain et al., 1997). La grasa visible presente en los espacios interfasciculares del músculo se denomina veteado, marmolado, o marbling y para favorecer la calidad de la carne debe presentarse uniforme y finalmente distribuida en el seno del músculo. Son muchos los autores que coinciden en afirmar que la cantidad de grasa intramuscular o de infiltración, reflejada en el grado de veteado o

marmoreado de la carne, es uno de los factores determinantes de la jugosidad y palatabilidad de la misma (Smith et al., 1984; Savell y Cross, 1986).

Pero no sólo tiene interés la grasa desde el punto de vista cuantitativo, sino que también interesa la composición de ésta. La presencia de ácidos grasos insaturados en las grasa de los animales mejora, por una parte las propiedades sensoriales de la carne, y, por otra, podría reducir la incidencia de enfermedades coronarias. Según Huerta-Leindez et al., (1993) los ácidos grasos "deseables" son aquellos que tienen efecto neutro o hipocolesterolémico sobre la salud humana, e incluyen en este grupo a los ácidos grasos de naturaleza insaturada y al ácido esteárico.

El aroma en conjunto de la carne cocinada, es el resultado de un sutil equilibrio entre los productos de la oxidación lipídica y la reacción de Maillard (Gandemer, 1998).
Los lípidos intramusculares mejoran muchas cualidades de la carne y productos cárnicos, tales como el valor nutricional, los atributos sensoriales (terneza, jugosidad, color y flavor) y las propiedades tecnológicas. Entre los atributos sensoriales, uno de los principalmente relacionados con los lípidos intramusculares es el flavor. Sin embargo, aunque los lípidos contribuyen al desarrollo del flavor de forma positiva, también contribuyen a su deterioro (Gray et al., 1996). No se conoce en profundidad la contribución de los lípidos en el proceso del desarrollo del flavor y de su deterioro, a pesar de los numerosos estudios realizados (Spanier et al,. 1988).

La degradación de los lípidos comienza inmediatamente después de la muerte del animal, de forma que la lipolisis y la oxidación contribuyen a la degradación del flavor (Pearson, 1977). Sin embargo, los lípidos pueden también contribuir a la formación de compuestos de flavor deseable, durante el cocinado, porque interfiere en la reacción de Maillard (Mottram y Edwards, 1983; Whitfield, 1992).

Los lípidos intramusculares se definen como lípidos del tejido adiposo intramuscular y de las fibras musculares. El tejido adiposo intramuscular, está formado por células localizadas a lo largo de las fibras y en el área interfascicular (Cassens y Cooper, 1971). Las células adiposas pueden estar aisladas o en grupos, y contienen casi de forma exclusiva triglicéridos.

Igualmente, los lípidos de las fibras musculares constan de triglicéridos mientras que en la membrana lipídica se pueden encontrar fosfolípidos y colesterol.

El contenido de triglicéridos varía de un 0,2 a un 5%, dependiendo de varios factores. Uno de los más importantes, es la localización anatómica, la raza, la edad y el sexo (Pearson, 1977). A pesar de que el depósito de lípidos intramuscular es importante para el flavor de la carne, muy poco se conoce acerca del desarrollo del tejido adiposo intramuscular. Como las células adiposas de otros tejidos, las células del tejido adiposo intramuscular, probablemente tienen un origen perivascular (Nnodin, 1987). Las primeras células adiposas intramusculares aparecen en el nacimiento y se desarrollan lentamente, porque tienen menor capacidad para sintetizar nuevos ácidos grasos (Mourot et al., 1995) y para captar ácidos grasos a partir de los triglicéridos circulantes por medio de la actividad de determinados enzimas (Henry, 1977). Como consecuencia de esto, estas células adiposas son de menor tamaño que las de otros dépositos adiposos (Hausse et al., 1997).

El contenido de fosfolípidos varía del 0,5 al 1% del contenido total de lípidos del músculo, y está escasamente o nada afectado por la raza (Wood y Lister, 1973), por las condiciones de manejo (Gandemer et al., 1990; Gandemer y Kim, 1993), por la edad (Link et al., 1970; Girard et al., 1983) o por la dieta (Girard et al., 1983).

Los triglicéridos y los fosfolípidos tienen una composición en ácidos grasos muy diferente, que probablemente explica en gran parte, la diferencia en su contribución al desarrollo y deterioro del flavor.

La especie animal es el principal factor de variación en la composición de ácidos grasos de los triglicéridos, especialmente en el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados, que supone un 2-3 por 100 en vacuno, un 7-15 por 100 en porcino, un 20-25 por 100 en pollo y más de un 30 por 100 en conejo. La localización anatómica afecta ligeramente en la composición de ácidos grasos en vacuno (Leseigneur-Meynier y Gandemer, 1991).

La cantidad de ácidos grasos libres, es pequeña en el músculo inmediatamente después de la muerte del animal, pero aumenta lentamente durante el almacenamiento de la carne a 4ºC

alcanzando hasta el 1% en 5-7 días (Valin et al., 1975; Curri y Wolfe, 1977; Sklan et al., 1983).

La lipolisis es una de las principales causas responsables de la degradación lípidica de la carne. Este fenómeno, sólo tiene lugar en la carne fresca durante la maduración o durante el procesado, y en él intervienen lipasas y fosfolipasas. La lipolisis se considera como un factor que promueve la oxidación lipídica (Nawar, 1996). Sin embargo, se desconoce el mecanismo que lo promueve. La oxidación lipídica es una de las principales causas de deterioro de la calidad de la carne durante el almacenamiento y el procesado (Asghar et al., 1988; Kanner, 1994; Gray et al., 1996). Este proceso conduce a fenómenos como decoloración, pérdidas por goteo, desarrollo de mal olor y mal flavor y a la producción de compuestos potencialmente tóxicos (Morrissey et al., 1994; Gray et al., 1996).

La estabilidad de los lípidos en la carne y productos cárnicos está influenciada por muchos factores: especie, tipo de músculo, cantidad y tipo de grasa en la dieta, estado nutricional con que el animal se sacrifica, presencia o ausencia de enfermedades o infecciones y sobre todo por el tipo de procesado a que se somete la carne (Morrissey et al., 1998). Según algunos estudios la suplementación de la dieta con vitamina E, reduce la oxidación lipídica, así como la oxidación de la mioglobina y en algunas ocasiones las pérdidas por goteo. Para ganado vacuno; Liu et al., (1995) recomiendan suplementar la dieta con 500 miligramos de acetato de alfatocoferol/día, durante los 126 días previos al sacrificio.

Los fosfolípidos son el sustrado primordial de la oxidación lipídica en el músculo, jugando menor importancia los triglicéridos (Wilson et al., 1976; Igene y Pearson, 1979; Gandemer, 1990). El grado de degradación de los fosfolípidos en la carne depende del tiempo y de la temperatura de almacenamiento, método de cocinado (Gandemer et al., 1983;1985), especie animal (Wilson et al., 1976), tipo de músculo (Gandemer y Kim, 1993; Nhah et al., 1993). La alta sensibilidad de los fosfolípidos a la oxidación se debe a dos causas: en primer lugar, los fosfolípidos contienen una larga cadena de ácidos grasos poliinsaturados, que son muy sensibles a la oxidación; por otro lado, los fosfolípidos son componentes de membrana, en continuo contacto con catalizadores de la oxidación lipídica, que se localizan en la fase acuosa del músculo.

La reacción de Maillard ha sido considerada como la ruta más importante de formación de muchos de los compuestos volátiles que mejoran el flavor de la carne cocinada y en la que la contribución de los lípidos es insignificante (MacLeod y M. Seyyedain-Ardebilli, 1981). También la reacción de Maillard entre aminoácidos y azúcares reductores forma varios compuestos heterocíclicos que contribuyen al aroma en conjunto de la carne cocinada.

Según Meynier y Gandemer, (1994), los lípidos interaccionan en la reacción de Maillard por el grupo amino de la cabeza polar de los fosfolípidos, dando lugar a la degradación oxidativa de productos de ácidos grasos, tales como los aldehidos.

También los lípidos contribuyen a mejorar el aroma de la carne reduciendo la cantidad de compuestos que contienen sulfuros y originando volátiles como carbonilos y alcoholes. Parece ser que el efecto beneficioso de los fosfolípidos en el aroma de la carne se debe a que reducen la formación de productos de la reacción de Maillard, principalmente volátiles de contenido sulfuro, porque las interferencias de los lípidos en la reacción de Maillard, no genera compuestos volátiles específicos en cantidades significativas. La reducción es más acusada cuando la carne contiene una elevada proporción de ácidos grasos poliinsaturados, como ocurre en la carne de pollo (MacLeod y Seyyedain-Ardebilli, 1981).

El aroma de la carne es consecuencia de un sutil equilibrio entre la oxidación lipídica y la reacción de Maillard (Moody, 1983). El flavor de la carne cocinada se altera progresivamente durante el almacenamiento en refrigeración de la carne antes de cocinarse. La degradación del aroma de esta carne precocinada, se atribuye a la oxidación de los fosfolípidos (Pearson et al., 1977).

No se ha demostrado todavía, que los fosfolípidos sean el principal sustrato de la lipolisis y de la oxidación en la carne. Pueden ejercer un efecto negativo en el flavor, por su sensibilidad a la lipolisis y a la oxidación, pero también pueden tener un impacto beneficioso por su interferencia en la reacción de Maillard (Gandemer, 1998). El aroma de la carne cocinada es un sutil balance entre los compuestos deseables para el mismo, formados en la reacción de Maillard y las moléculas de mal olor procedentes de la degradación oxidativa de los ácidos grasos poliinsaturados.

5.4.4.- TERNEZA

Dransfield et al, (1994), observan cómo los consumidores priorizan la terneza y la jugosidad frente al sabor. La terneza es normalmente considerada, como el criterio más importante en la aceptabilidad del consumidor, afectando en la decisión final de éste (Savell et al., 1987; Boleman et al., 1997). Según estos autores, en la tenderización de la carne de vacuno influyen tanto factores productivos como tecnológicos. Entre los productivos, es la raza el principal factor que se controla en la carne de vacuno de calidad (Campo, et al., 1997). Por otro lado, la maduración mejora la terneza de la carne de vacuno (Huff y Parris, 1993). Las proteinas de la carne son degradadas intensamente durante la maduración postmortem debido a la acción de calpainas y catepsinas, dando como resultado un aumento de la terneza (Koohmaraie et al., 1990; Ouali, 1991; Valin y Ouali, 1992). Los principales cambios que se producen se asocian con la fragmentación de las miofibrillas a través de los discos Z, la degradación de la desmina, titina y nebulina y la aparición de determinados polipéptidos (Koohmaraie, 1994).

En un trabajo desarrollado por Campo et al., (1998) evalúan los efectos del tiempo de maduración, de la raza y de la interacción entre ambos, sobre las características sensoriales de la textura de la carne de ternera de 7 razas autóctonas españolas. Las conclusiones a las que llegan son las siguientes: el tiempo de maduración de la carne es el principal efecto sobre todas las características, la raza afecta únicamente sobre la terneza y el resíduo, y la interacción de ambos efectos afecta sólamente sobre la terneza. En todas las razas, el mayor tiempo de maduración da una puntuación más alta para la terneza, siendo el grupo de animales de razas con doble grupa, el que más tierno se presenta con menor tiempo de maduración, debido probablemente a que este grupo presenta un mayor número de células (Lazzaroni et al., 1994) y menor contenido en colágeno termoestable (Bailey et al.,1982). Por el contrario, con el mayor período de maduración, son las razas rústicas las que presentan una carne más tierna, debido a la diferente proteolisis postmorten (Shackelford et al., 1991). Según los resultados de este trabajo, existe una variación en la evolución de la maduración de la carne, dependiendo de la raza, y estos autores aconsejan un consumo temprano de carne de las razas de doble grupa, mientras que las razas rústicas han de someterse a un largo período de maduración, de acuerdo con las preferencias del consumidor en cuanto a la terneza. Lo mismo ocurre con la jugosidad,

siendo menor en las razas de doble grupa, debido probablemente al menor contenido de grasa intramuscular y a su menor CRA.

Otros investigadores también destacan el efecto positivo de la maduración sobre la terneza (Ahmed et al., 1991; Jones et al., 1991; Huff y Parrish, 1993).

Arthur (1995) relaciona la condición de doble grupa con una rápida maduración y una mayor terneza de la carne. En esta afirmación también coinciden otros investigadores. Así Baley et al., (1982); Uytterhaegen et al., (1994) y Shackekford et al., (1994), asocian la mayor terneza de la carne del ganado bovino de doble grupa con una rápida maduración y con una menor cantidad de colágeno intramuscular. También Sañudo et al., (1998), afirman que la presencia del gen homocigótico de la condición de doble grupa afecta a las características sensoriales y especialmente a la terneza, de forma que en el trabajo realizado por estos autores, tanto en el homocigoto como en el heterocigoto de doble grupa de la raza Asturiana de los Valles, la maduración es más rápida que en una raza rústica (Asturiana de Montaña).

Algunos atributos de la terneza, como la fibrosidad y el resíduo, evolucionan de forma opuesta a ésta, siendo menor tanto la fibrosidad como el resíduo, cuanto mayor es el tiempo de maduración, debido a la degradación del tejido conectivo miofibrilar (Geesink et al, 1995; Nishimura et al., 1996). En un estudio realizado por Campo et al., (1997) sobre carne de ternera de 7 razas españolas, se observa que la mayor terneza de la carne madurada, se corresponde con una menor fibrosidad y un menor resíduo. Según estos autores, a dicho fenómeno ha podido contribuir la actividad enzimática, como principal responsable de la degradación miofibrilar (Dransfield, 1994). En un trabajo desarrollado por Gorraíz et al., (1997), se demuestra que la maduración disminuye la dureza y la cohesividad, mientras que incrementa la harinosidad de la carne de ternera de raza Pirenaica. Esto puede deberse al aumento de la actividad de los enzimas endógenos del músculo, como catepsinas u otras proteasas (Price y Schweigert, 1994).

Son varios los autores que coinciden en afirmar el mayor efecto que ejerce el tiempo de maduración sobre las características organolépticas de la carne, que el sexo (Huff y Parrish, 1993; Gorraiz et al., 1997) y que la raza (Campo et al, 1997). Estos últimos, afirman que cuanto mayor sea el período de maduración, mayor será el ablandamiento, con una pérdida

progresiva de la fibrosidad que contribuirá a una mejor apreciación global de la misma respecto a aquellas carnes que han sufrido un período de maduración más corto antes del consumo.

Font et al, (1995), comparando las características sensoriales de la carne de raza Bruna y de cruce de Bruna x Charolés, no encuentran diferencias significativas, entre distintas razas; sin embargo encuentran un efecto del sexo, sobre las características de textura, presentando la carne de los machos mayor dureza y mayor masticabilidad que la carne procedente de las hembras. Santolaria (1993) no encuentra diferencias significativas entre las razas Parda y Pirenaica en lo que se refiere a la terneza y jugosidad, mientras que en el flavor, muestra la raza Pirenaica un flavor más intenso. Albertí et al., (1995), comparando la carne de ternera de las mismas razas alimentadas con un pienso testigo y con mandioca y gluten feed, no encuentran diferencias significativas en terneza, jugosidad, olor, aroma y apreciación global por efecto de la raza, y sin embargo observan diferencias en la terneza y en el olor por efecto de la dieta.

La resistencia al corte y la evaluación sensorial, indican que la terneza de la carne decrece conforme aumenta la edad de los animales, mientras que el sexo de éstos, no es un factor que afecta a la terneza de la carne (Prost et al., 1975).

La terneza varía en los distintos músculos de la canal. Matthews et al., (1998) comparando la calidad sensorial de varios músculos, llegan a la conclusión de que la calidad de un músculo determinado no puede utilizarse para predecir la calidad de otros músculos de la canal ya que existe una relación entre la terneza y la cantidad de tejido conectivo, y encuentran como músculo más tierno y jugoso, al *Psoas*, coincidiendo en esta última afirmación con otros autores (McKeith et al., 1985; Shackelford et al., 1995; Carmack et al., 1995). Shorthose y Harris (1990), comparando distintos músculos, observan que el *Longissimus dorsi*, es uno de los menos representativos de la canal, siendo el músculo que con mayor frecuencia se utiliza.

6.- BASE ANIMAL. DESCRIPCIÓN DE LAS RAZAS OBJETO DEL ESTUDIO

6.1.- IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DE RAZAS AUTÓCTONAS

La situación de las razas bovinas autóctonas ha evolucionado en España paralelamente a la de las razas rústicas en otros países (Ibáñez et al., 1997), habiendo disminuido los efectivos por las siguientes causas principalmente:

- La implantación progresiva de razas selectas cuyos rendimientos son mejores en los sistemas de producción intensivos que han llegado a predominar en países desarrollados e industrializados.

- El desplazamiento de la tracción animal por la mecanización de las tareas agrarias.

- La descapitalización del sector agrario, mantenida incluso hasta los años cincuenta, acompañada por una gran emigración hacia las ciudades y el extranjero, que dejó a la ganadería como algo obsoleto.

- La implantación, durante la segunda mitad del siglo, de cultivos vegetales destinados a la exportación absorbió parte de la mano de obra ganadera en origen.

- En los últimos años, la expansión del sector turístico ha reconvertido a la gran mayoría de la población agraria al sector servicios y ha establecido competencia con el uso agrícola de la tierra.

Ante este panorama, los nuevos modelos de producción extensiva en la cuenca del Mediterráneo se inclinan hacia animales adaptados a las condiciones específicas de estos sistemas y capaces de dar lugar a los productos demandados y valorados por ser “naturales”.

La finalidad principal es la producción de carne, así como también la lucha contra los riesgos de incendio, pues se ha comprobado que con la desaparición de la ganadería extensiva de amplias zonas marginales, se provocó el éxodo de una población rural con amplia cultura medioambiental. Según Orozco (1985), existen diferentes motivos para conservar las razas de animales domésticos, como son los culturales, económico-biológicos, prácticos y científicos. Las razas que se han conservado a lo largo del tiempo se pueden considerar como valiosos productos de la naturaleza y de la cultura. Como tales, tienen posibilidad de ser utilizados como material de enseñanza e investigación en historia y en etnología.

Como argumentos biológicos para la conservación de razas, Simón (1984) indica que son importantes para el mantenimiento de la variabilidad y flexibilidad genética necesarias para responder a futuras demandas relacionadas con la nutrición del hombre, cambios ambientales o nuevos tipos de enfermedades, es decir, son importantes para el mantenimiento de poblaciones de reserva con las que superar los posibles límites de la selección dentro de las poblaciones actuales y del medio ambiente en que se crían, así como, para el mantenimiento de las variabilidades genéticas que mejoren las producciones animales aceptables en condiciones desfavorables.

Como argumentos de tipo científico, Maijala (1987) incluye, su utilidad como poblaciones de control en las estimaciones del progreso genético y de la respuesta correlacionada. Además y de forma más general, el mantenimiento de una gran variabilidad animal es beneficioso en las investigaciones de fisiología, genética, inmunología, así como en otros campos.

Desde el punto de vista técnico y económico es importante la conservación de las razas autóctonas porque son las mejor adaptadas a su medio ambiente, demuestran vigor híbrido cuando se cruzan con otras más selectas y presentan una productividad no desdeñable cuando se trata de practicar una agricultura sostenible. Igualmente son útiles en el aprovechamiento de recursos forrajeros de calidad y de origen artesanal, que son o pueden ser más valiosos en función de las demandas del mercado.

La explotación de razas autóctonas también tiene un interés socioeconómico. Sus criadores mantienen el mismo material animal que sus ascendientes, perpetúan uso, costumbres

y tradiciones y se localizan en las mismas zonas o regiones geográficas. Además, los ganaderos que quieren participar activamente en iniciativas de conservación, integradas o no en programas oficiales, se agrupan en asociaciones de defensa y se movilizan a la búsqueda de ayudas financieras (Rodero y al., 1995).

Las razas bovinas autóctonas permiten aprovechar recursos no utilizables de otro modo con mínimos gastos de explotación y actúan cerrando ciclos de nutrientes y energía dentro de sistemas de gran autonomía productiva. La utilización de estas razas es imprescindible si queremos conservar usos tradicionales en la gestión del territorio, fundamentales para la conservación de la fauna, flora y ecosistemas más valiosos de la península ibérica (De Miguel, 1997).

BIBLIOTECA VIRTUAL

La evolución y selección de las razas bovinas autóctonas ha fomentado la rusticidad, haciéndolas más resistentes a las enfermedades propias de cada zona, permitiéndolas soportar períodos de largas sequías o de fríos extremos, y aprovechar unos recursos no utilizables en muchas ocasiones por razas introducidas. Además la producción estacional de pastos mediterráneos ha seleccionado animales capaces de acumular reservas durante la estación favorable para perderlas, disminuyendo su peso durante las épocas más difíciles por la escasez de alimento y condiciones climáticas. Todas estas adaptaciones permiten disminuir los costes de mantenimiento de los animales, así como poder aprovechar recursos no utilizables directamente por el hombre, que de otra forma se perderían. Es importante señalar que, a pesar de que los animales en régimen extensivo son poco eficaces en la conversión energética de los alimentos, mantienen una importante autonomía, cerrando los ciclos de los pastizales, con escasa dependencia de energía y nutrientes externos al sistema.

De las cerca de cuarenta y ocho razas autóctonas de ganado vacuno descritas en España, se considera que cuarenta se encuentran bajo la categoría de “en peligro”, estando en situación crítica, con menos de ciento cincuenta animales de censo, habiéndose extinguido otras (De Miguel, 1997).

Como parte de la respuesta de los ganaderos frente a la necesidad de conservar y defender las razas bovinas autóctonas, se encuentran en funcionamiento las Asociaciones de criadores de las razas Asturiana de los Valles, Asturiana de la Montaña, Avileña-Negra Ibérica,

Morucha, Pirenaica, Retinta, Rubia Gallega y Tudanca. Estas asociaciones reciben apoyo por parte de las Administraciones públicas; desde 1993 se aplica en España el Reglamento Europeo 2078/92 sobre medidas agroambientales, que incluye subvenciones a los ganaderos que mantienen algunas razas autóctonas (Herrera et al., 1996). Esta política se complementa con la desarrollada por las diferentes autonomías que tiende a compensar situaciones particulares, como puede ser la de la raza Tudanca, muy afectada por la consanguinidad y los mestizajes que resultan de un número bajo de machos en los censos (De Miguel, 1997).

La demanda de productos ganaderos y los gustos de los consumidores cambian a lo largo del tiempo, y de hecho así ha ocurrido en algunas zonas y países, donde han surgido denominaciones específicas y marcas de calidad (Jimeno et al., 1996). La creación de estas denominaciones y marcas de calidad es una forma de hacer ver al consumidor de la carne bovina la importancia del origen y forma de producción, así como de implicarle en la estrategia de fomento de las razas autóctonas que se basa en resaltar su idoneidad para la consecución de alimentos también autóctonos, propios de la cada vez mejor considerada "dieta mediterránea".

6.2.- DESCRIPCIÓN DE LA RAZA SERRANA SORIANA

Se trata de una raza autóctona, que al igual que otras de este grupo, están dotadas de unas cualidades, como respuesta a las necesidades a las que el medio donde subsisten les pone a prueba. Destaca la rusticidad, que se ajusta a la disponibilidad muy ajustada de pastos, debida a la climatología extrema y a la sequía. También su facilidad para la marcha no sólo permite a los animales subsistir en zonas montañosas, sino abastecerse de agua en áreas de dehesa. Otra de las características que hay que resaltar es la capacidad de ajuste de reservas corporales en períodos de restricción alimentaria.

Como rasgo más característico de esta raza es la rusticidad que le permite adaptarse y prosperar sobre terrenos tan dispares y antagónicos como los que componen su extensa distribución geográfica (Sistema Ibérico).

La finalidad productiva es exclusivamente cárnica. Los terneros en cebo tienen una ganancia media diaria de peso de 1.198 g y un peso vivo a los 12 meses de 323 kg. El índice de conversión es de 5,2.

Se trata de una raza incluida en el Catálogo Oficial de Razas de España, descendiente directo del Bos Taurus Ibericus, con distintas denominaciones en el Area ibérica en la que se desenvolvía: Serrana Soriana, Soriana Pinariega, etc.

Su robusta naturaleza y dotación muscular favorecieron su expansión como bovino de trabajo, pero la mecanización del campo contribuyó a su regresión y reclusión en zonas marginales, iniciándose entonces su explotación como animal productor de carne con cruzamientos múltiples y desordenados (Ciria, 1982).

Actualmente se controlan unas 750 reproductoras distribuidas entre 37 ganaderías de la provincia con localización principal en zonas de Serranía y Pinares, todas ellas incluídas en la Asociación de la raza Serrana Soriana, encargada de desarrollar el programa de mejora.

Aparicio (1944), Rodríguez (1944), Labanda (1950), Fernández (1956) y Martín (1978), describen la etnología de la raza, como un animal eumétrico, rectilíneo y brevilíneo con cabeza media, frente amplia, cuello corto y musculoso y miembros sólidos y bien aplomados. El tronco es amplio, destacando las espaldas, y la grupa es media y poco inclinada. La capa es negra de coloración uniforme sin degradaciones cromáticas, excepto el hocico que es de color blanco mate (bociblanca). Cuernos en lira baja, cilíndricos de color claro excepto la punta. El peso vivo en las hembras es de 350-500 kg y en los machos de 600-700 kg.

Estos mismos autores también destacan en esta raza su excelente rusticidad, y la definen como raza dura, dócil, sobria, perfectamente adaptada a las condiciones del medio en el que se mueve, capaz de resistir, mejor que ninguna otra, las épocas de penuria de alimentos y las inclemencias climatológicas invernales. Así mismo, también destaca por su capacidad de movilización de reservas corporales entre épocas de abundancia y escasez de alimentos.

El sistema de explotación y manejo está basado en un régimen extensivo con permanencia continua a lo largo del año en las superficies pastables y suplementación alimenticia en época invernal a base de tacos de concentrado, heno y paja de cereal.

La cubrición se realiza por monta natural con introducción de sementales desde junio a octubre con el fin de concentrar la paridera a la salida del invierno para adecuar la época de máximas necesidades del ganado con la máxima producción herbácea. Las crías se alimentan con leche materna y pienso de iniciación distribuido en terneriles. El destete se realiza a finales de septiembre cuando presentan una edad de 6-8 meses y un peso vivo comprendido entre 160-180 kg.

El control sanitario del rebaño se restringe al máximo, por dificultades en el manejo, limitándose a las pruebas diagnósticas de enfermedades incluidas en la Campaña Oficial de Saneamiento Ganadero y llevándose a cabo, a la vez, la desparasitación interna. Los animales jóvenes se vacunan sistemáticamente frente a Clostridium y Carbunco Sintomático.

Del trabajo de Ciria, (1982), así como de los datos obtenidos durante la elaboración de la presente Tesis, se pueden señalar algunas características productivas:

- Fertilidad: 90%
- Precocidad: 32-36 meses presentan el primer parto.
- Vida útil media en la explotación: 13 años.
- Peso al nacimiento: 42,75 kg en machos y 40,15 kg en hembras.
- Crecimiento en fase de cebo: 1,3 kg/día (destete-añojo).
- Indice de conversión: 5,2 kg de pienso/kg ganancia de peso.
- Rendimiento canal comercial: 57%.
- Conformación: “R”.
- Longitud canal: 133,8 cm.
- Longitud de la pierna: 83,50 cm.
- Perímetro de la pierna: 112 cm.
- Profundidad de pecho: 50 cm.

BREVE HISTORIA DE LA RAZA SERRANA SORIANA (CIRIA, 1982)

Labanda (1950), indica que la raza Serrana Soriana llegó a ocupar en su época de esplendor un área geográfica de 1.700 km^2, incluida en un triángulo rectángulo que poseyendo la longitud de sus lados 77 y 44 km, tuviese como hipotenusa una línea sinuosa representada por el confín Norte-Noroeste de la provincia (el vértice se situaría al Sureste de la provincia de Soria).

Al igual que otras razas autóctonas en su origen, no tuvo una producción única, considerándose de aptitud trabajo en primer lugar y de aptitud carne, en segundo.

Rodríguez (1944), indica que los animales de la raza Serrana Soriana son buenos para abastos por sus rendimientos en cantidad y calidad de canales, considerándola por otra parte con gran aptitud lechera. Nos aporta datos productivos en su Tesis Doctoral Labanda (1950): el ganado vacuno serrano localizado en Soria estaba supeditado a la naturaleza, siguiendo la misma rotación de las estaciones del año. Presenta aptitud de trabajo y producción sarcopoyética satisfactoria, así como rendimientos a la canal alrededor del 50-55 por 100. La producción láctea era de 800-900 litros anuales, con un elevado porcentaje graso.

En el año 1953, Gómez, anota además las producciones de trabajo, carne, leche, piel y destaca su célebre mantequilla.

Al igual que un gran número de razas autóctonas, la raza Serrana Soriana se ha fundamentado en los sistemas extensivos. El hecho de explotar una raza en estas conciciones, salvo cuando se trata de medios muy favorables, puede ser negativo, dado que difícilmente permite sacar a la luz todo el potencial genético de los animales. En este sentido cabe señalar las apreciaciones de Aparicio (1944), que señala el factor negativo alimenticio a que se veían sometidos los animales de esta raza.

Por otra parte, y siguiendo en la misma línea, Rodríguez, (1944), Pérez, (1947) y Labanda, (1950), señalan que esta raza solía explotarse en pastoreo permantente aunque en algunas ocasiones también se veía sometida al régimen pastoril durante ciertos meses del año (de mayo a octubre) y en régimen mixto el resto del año.

El área de ubicación de la raza Serrana Soriana ha sido siempre una zona de gran tradición ganadera. La abundancia de sus sierras y la calidad de muchos de sus pastos han sido las bases sobre las que se han asentado muchas poblaciones animales productoras de trabajo, carne, leche y manteca, que han sido fundamentales para el desarrollo , no sólo de la ganadería, sino también de la riqueza soriana. No cabe duda, que cuantitativamente, la raza bovina Serrana Soriana ha ocupado un lugar privilegiado en este ámbito: Así, por ejemplo, en el año 1950 de las 23.000 cabezas bovinas censadas en Soria, 15.150 correspondían a esta raza.

Los animales de la raza Serrana Soriana se empleaban fundamentalmente para trabajo, pero al igual que ocurría y ocurre con otras razas autóctonas como por ejemplo la Caldelana o la Vianesa, las hembras daban leche suficiente para criar su ternero y suministra la leche de consumo diario a la explotación familiar.

Es importante señalar, la participación que los individuos de esta raza tenían en la hoy desaparecida actividad comercial de la provincia. Esto se refiere a la Real Cabaña o Carretería en la cual se fundamentaba el transporte que se hacía con grandes reatas de bueyes y vacas y sus correspondientes carretas. Gómez, (1953), da idea de esta importante actividad, al decir que el mismo día de la batalla de Bailén (1808), murieron 200 parejas de bueyes sorianos próximos al campo de acción, resintiéndose enormemente la carretería.

El sistema de explotación que se seguía era el pastoreo casi permanente, si bien lo más corriente, era explotarlo en régimen pastoril los meses del año que coincidían con el máximo desarrollo de los pastos (Mayo-Octubre), y en régimen mixto el resto del año.

En el municipio, el ganado se reunía formando la dula, que recorría los pastos comunales al cuidado de un dulero, comiendo lo que buenamente podían de acuerdo con la época del año. En las épocas de pastoreo-estabulación, en el establo, recibían una ración a base de salvado, heno y paja de cereales o leguminosas en cantidades reducidas, cubriendo medianamente sus necesidades de mantenimiento. Los municipios, disponían de uno o varios sementales de propiedad comunal, que se soltaban a la dula o se tenían en estabulación permamente.

Las vacas preñadas permanecían pastando hasta el momento del parto e incluso realizaban trabajos ligeros, aunque siempre se procuraba que el momento del parto les llegase en el establo o en pastos cercanos.

El ternero seguía a la madre hasta que por sí sólo se destetaba. Estos, o se vendían en este período o seguían en pastoreo hasta que se les llevaba a las ferias donde eran comprados, bien para reproductores, para dedicarlos al trabajo, o para recría con destino al matadero.

También hay que mencionar, los famosos concursos de ganado en los que participaba esta raza, morfológicos y de arrastre, los cuales poseían su programa y reglamento.

A medida que el ganando mular, y más tarde la mecanización fueron desplazando a estos animales del trabajo agrícola, los ganaderos llevan a cabo lo que se llamó "la mejora de la raza", a base de realizar cruces industriales con otras razas como la Parda Alpina, Mantequera Leonesa y Frisona. Como resultado, el valor de las crías aumento considerablemente, sin embargo descendió la rusticidad.

En 1979 se establece la explotación propiedad del Consorcio Diputación-Caja Rural de Soria, en Taniñe (San Pedro Manrique), cuya labor fue iniciada por el Dr. Ciria y actualmente continúa la mejora y recuperación de la raza por Dr. Calvo. Dicha explotación, tuvo numerosas dificultades en la búsqueda u estudio de animales de esta raza en las zonas de Tierras Altas, Valle del Tera y Pinares de Soria y Burgos, según consta en el informe presentado al Consejo de Administración del Consorcio por Ciria (1979).

Actualmente, la raza Serrana Soriana se encuentra en estado de franca regresión, y algunos autores hasta dudan de su identidad como raza. Su importancia cuantitativa no es destacada, cuenta con un censo en torno al millar de ejemplares, presentando tendencia a concentrarse en explotaciones cada vez mayores, donde se explotan en régimen extensivo permanente aprovechando su rusticidad, sus cualidades maternales y la selección natural que se ha efectuado a lo larto de décadas y cuyo objetivo ha sido garantizar la supervivencia de la variedad en su zona geográfica natural de ubicación, y no la de conseguir animales de elevado rendimiento.

6.3.- DESCRIPCIÓN DE LA RAZA CHAROLÉS

La entrada de las razas extranjeras a nuestro país tiene lugar en los años sesenta. Este hecho va a tener una gran repercusión sobre los sistemas tradicionales que hasta el momento se venían explotando (Ahumada, 1997).

Se trata de animales con unas características carniceras superiores a las de nuestras razas autóctonas. A esto se suma la gran capacidad de adaptación a nuestro medio ecológico, como es el caso de las raza Charolés y Limusín. Por otra parte se produce un cambio en la preferencia del consumidor hacia carne rosada, magra y tierna.

La raza Charolés, se introduce en España en 1962, por el Ministerio de Agricultura. Actualmente se encuentra dispersa por toda la geografía nacional, con núcleos má selectos en Andalucía, Extremadura, Castilla y León y Castilla-La Mancha.

Morfológicamente se caracteriza por ser una raza de capa monocromática, blanca o blanca cremosa. El pelo es suave, fino, corto o semilargo (según la zona climática y la estación del año) y sedoso. La piel es elástica, fina y suave y las mucosas despigmentadas.

Siguiendo la descripción de acuerdo a la coordenada Plástica propuesta por Barón, se puede decir que su perfil es recto u ortoide y por su peso se puede considerar hipermétrica, llegando los machos adultos a pesar 1.200 kg. y las hembras 800 kg. Es un animal longilíneo, en cuanto a sus proporciones. La cabeza es pequeña, corta, profunda y ancha, con una frente ancha, plana y ligeramente excavada. Las orejas no son excesivamente grandes, tiene una mandíbula potente, destacan los ojos y el cuello es corto y fuerte. Los machos presenta marcado morrillo (región cervical) y abundante papada. El tronco es largo y profundo, tiene forma de paralelepípedo con la línea dorso-lumbar y la grupa bien musculadas. El pecho es amplio, robusto y musculoso, las extremidades son cortas, bien implantadas y dirigidas. La espalda es fuerte, potente, musculosa y bien insertada, los muslos y nalgas están bien desarrollados y redondeados con corvejones y rodillas fuertes, anchos y potentes.

Es una raza muy rústica, resistente a las variaciones climáticas, que se adapta perfectamente al hábitat de las diferentes regiones; muy voraz, con gran tono digestivo y metabólico. Soporta con facilidad, a pesar de su gran peso, grandes desplazamientos. También es destacable su resistencia a padecer determinadas enfermedades.

La fertilidad de esta raza se sitúa en un 91,8 por 100. Los terneros, de elevado peso al nacimiento (45 kg), se destetan entre los 6 y 7 meses de edad, aunque debido a la capacidad lechera de esta raza (hasta 3.000 litros por lactación), puede retrasarse el destete hasta los 8 meses. Son animales de una gran fortaleza y rapidez de crecimiento (1,4 kg/día), excelente índice de transformación, gran conformación y rendimiento a la canal, variable entre 65 y 70 por 100. En Francia, la canal correspondiente a animales sacrificados con 300-500 kg PV a los 10-15 meses, es muy apreciada por la exquisited de su carne, muy magra y de escaso contenido graso.

En estos animales destaca el gran desarrollo de los cuartos traseros, y el gran espesor de las nalgas.

La calidad de la carne es excelente: posee una buena proporción de grasa intramuscular (veteado) y la grasa superficial (de cobertura) es escasa.

Uno de los inconvenientes que presenta esta raza es el elevado número de distocias. Según Talegón (1973), el 7,7 por 100 de los partos son dificultosos. Rincón (1979) achaca este problema a factores genéticos, como causa primaria, y los de manejo-alimentación como causa secundaria. Sánchez Belda (1984), comenta que se debe a factores individuales y ambientales, que pueden exaltar la posible predisposición congénita de esta raza. Sin embargo, hay que añadir, que actualmente el número de partos distócicos en esta raza no es superior que en otras vacas selectas.

7.- INFLUENCIA DE LA RAZA Y DE LA ALIMENTACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN EL CEBO DE TERNEROS

7.1.- GENERALIDADES

El cebo intensivo de terneros en España se realiza con pienso *ad libitum* en explotaciones que se hallan ubicadas en la zona del noreste y que frecuentemente carecen de una finca agrícola. Las pocas explotaciones que empleaban una dieta basada en forrajes conservados han ido dejando de utilizarlos por el abaratamiento relativo que ha experimentado el coste de los cereales (Albertí, 1997). Los sistemas de cebo intensivos, en base a piensos equilibrados de alta energía permiten expresar a los terneros su máximo potencial de crecimiento en el mínimo tiempo y así obtener carne de calidad de animales jóvenes, que es la preferida por el consumidor español. Además estos sistemas de cebo intensivos de terneros permiten ofrecer productos de calidad, homogéneos, controlados y a disposición del consumidor en cualquier época del año debido a su no estacionalidad.

La raza es un factor importante en cualquier sistema de producción, ya que existe una gran variación en cuanto al potencial de crecimiento, eficiencia de utilización de los alimentos y características de las canales, así como también en la calidad de la carne.

La ganancia de peso y la eficiencia en la transformación del alimento serán los índices claves para definir el potencial de una raza o de un sistema de producción. Los índices productivos encontrados por Albertí et al., (1997), en un trabajo realizado con terneros de siete razas españolas cebados intensivamente con pienso desde los 250 kg de peso hasta los 460 kg, varía entre dichas razas. Así, la ganancia media diaria varía entre 1,2 kg y 1,7 kg. siendo las razas de mayor potencial de crecimiento la Parda y la Pirenaica con una GMD de 1,7 kg y la Rubia Gallega con 1,6 kg seguidas de las razas Retinta, Asturiana y Avileña con un crecimiento intermedio de 1,4 kg a 1,5 kg, mientras que la raza Morucha no alcanzó los 1,3 kg. Dentro de la raza Asturiana, los animales culones o hipertróficos tienen un potencial de crecimiento medio de 1,4 kg, ligeramente inferior a los no culones, cuyo crecimiento está alrededor de 1,5 kg. Sin embargo, los terneros de otras razas, bien conformados aunque no hipertróficos, superan fácilmente este potencial de crecimiento.

El índice de conversión (IC) está condicionado por el peso medio de los terneros durante el período de cebo; así, conforme aumenta el peso de los animales este índice tiende a aumentar de forma exponencial. El valor medio del índice de conversión del pienso para las

siete razas varió entre 4,1 y 5,0 kg de pienso por kilo de ganancia de peso, correspondiendo el menor valor a la raza Pirenaica y el más elevado a la Retinta. Los terneros de las razas de precocidad intermedia, Avileña, Morucha y Retinta, se caracterizan por su elevado IC ya que depositan un kilo de peso con un alto porcentaje de grasa, requiere un mayor aporte energético que las razas de precocidad tardía, Pirenaica, Rubia Gallega y Parda en las que la composición de su ganancia de peso es más magra y por ello menos costosa energéticamente.

Para cada grupo de precocidad, a una menor capacidad de ingestión, corresponde una menor ganancia media de peso; así los terneros de la raza Rubia Gallega tuvieron una menor capacidad de ingestión y GMD que los Pirenaicos y Pardos y, a su vez, los Moruchos menores que los Retintos y Avileños. Sin embargo, los terneros hipertróficos de la raza Asturiana, que presentaron una baja ingestión y tuvieron una GMD acorde, tuvieron un IC de 4,5 que era intermedio entre ambos grupos de precocidad (< 4,2 y >4,8). Este resultado contrasta con el estado de engrasamiento de sus canales que fueron las menos engrasadas por lo que cabría esperar el menor IC de todas las razas.

El consumo medio de pienso de los terneros en este intervalo de pesos está en unos 6,6 kg, lo que equivale a una ingestión media diaria de 1,6 kg MS por 100 kg de peso.

El aporte alimenticio, ha de estar en función de la precocidad de la raza. Así, para terneros precoces (Frisona) y de precocidad media (Avileña), el nivel energético ha de ser menor que para terneros tardíos (Charolés), con el fin de no conseguir un nivel de engrasamiento excesivo en los primeros, sin afectar a la velocidad de crecimiento. Otro motivo que viene a justificar la anterior afirmación, es que los terneros precoces tienen una capacidad de ingestión un 10 por ciento superior a los terneros tardíos (Jimeno et al., 1997). En definitiva, en terneros precoces, con dietas a voluntad, la concentración energética debe ser moderada y para terneros de razas cárnicas, también alimentados *ad libitum*, la concentración energética será mayor, debido a su menor capacidad de ingestión. Las variaciones en el nivel de los aportes alimenticios, energéticos principalmente, permiten modificar la velocidad de crecimiento diario y la composición de la canal, ya que, al aumentar los aportes energéticos la cantidad de lípidos depositados aumentan tanto más cuanto mayor es la ganancia de peso (Robelin et al., 1980; Micol et al., 1993). Un aumento del nivel alimenticio conlleva un incremento de la velocidad de crecimiento según la "ley de rendimientos decrecientes", de

manera que, para un tipo genético determinado, los animales más jóvenes rentabilizan mejor las raciones con alto nivel energético puesto que, a mayor edad, los rendimientos decrecen. Por el contrario, al aumentar el nivel de alimentación de la ración disminuye el índice de consumo, siempre y cuando los aportes energéticos no sobrepasen el potencial de crecimiento del animal.

El aumento del nivel energético de la ración de cebo de terneros da como resultado un aumento del porcentaje de grasa en la canal cuando se sacrifica a igualdad de peso, aunque hay que matizar que estas modificaciones de la canal pueden variar en función de la raza del animal cebado (Berg y Walters, 1983). Por ello, cuando se ceba con forrajes, se suele realizar un período de acabado a pienso, previo al sacrificio, para mejorar los índices productivos y aumentar el estado de engrasamiento de la canal (Bowling et al., 1977; Dikeman et al., 1985) ya que la composición y conformación de la canal resultante estará determinada por el nivel alimenticio durante el cebo.

Dependiendo del sistema de alimentación y manejo de los terneros, variarán los parámetros que determinan la calidad de la carne. Los terneros alimentados con forrajes tienen una mayor variabilidad en la palatabilidad de su carne (Smith et al., 1977; Schroeder et al., 1980) debido a la variación en engrasamiento, peso de sacrificio, etc. Los animales manejados en sistemas semi-intensivos, el acabado final a pienso mejora la calidad de las canales y la palatabilidad de la carne debido principalmente al aumento del grado de engrasamiento y concretamente del veteado (grasa intramuscular). Sin embargo, un período de acabado a pienso afectará poco la palatabilidad de la carne cuando los terneros han sido cebados con una dieta mixta que origina un crecimiento elevado.Varios autores (Andersen et al., 1991; Jensen y Oksama, 1996) afirman que los animales atados, depositan más grasa intramuscular y por consiguiente producen carne más tierna que los animales que están libres, los cuales proporcionan carne más oscura que los primeros (Krippl y Burgstalller, 1970; Jensen y Oksama, 1996).

También el peso inicial de los terneros condiciona la GMD y el IC durante el período de cebo. Esto ha sido constatado por Albertí et al., (1995), en el trabajo realizado sobre terneros de 6 razas españolas, observando además, que áquellas que tuvieron menor GMD, presentaron mayor IC.

El peso vivo óptimo al sacrificio depende, en gran medida del tipo genético y del sexo. Existen diferencias importantes según el genotipo, tanto en lo que se refiere a pesos vivos al nacimiento y potencial de crecimiento, como a la composición corporal. Para Robelin y Geay (1979), las diferencias al sacrificio entre añojos de raza Frisona y Limusín son extraordinariamente importantes. Así, para un mismo peso vivo al sacrificio (550 kg), se observa que el rendimiento a la canal de los terneros frisones es un 7 por ciento inferior que el de los terneros limusines, el porcentaje de músculo es igualmente un 10,7 por ciento menor y el tejido adiposo en la canal es un 8,6 por ciento mayor en terneros frisones que en limusines. Los genotipos precoces y de precocidad media, tienden a un mayor grado de engrasamiento, por lo que han de tener un período de cebo menor que los genotipos tardíos, que tienen un desarrollo mucho más lento de su tejido adiposo para obtener una canal con un adecuado nivel de engrasamiento (Jimeno et al., 1997).

El sexo es otro de los factores que influyen en la composición de la canal y, por lo tanto, también en el peso vivo al sacrificio. Las hembras tienen generalmente una ganancia media diaria (GMD) más baja que la de los machos pero, en cambio, tienen un desarrollo más rápido del tejido adiposo. Así, para una misma GMD, las hembras tienen un mayor porcentaje de tejido adiposo que los machos. Los machos castrados tienen un comportamiento intermedio entre las hembras y los machos enteros.

En España, la forma más frecuente de cebar los terneros es mediante el suministro de un pienso *ad libitum*, compuesto por cereales y tortas de oleaginosas, junto con pequeñas cantidades de paja (10-15 por 100 del consumo total). Esta última aporta fibra que facilita un buen funcionamiento del rumen evitando así problemas digestivos. Además es frecuente el aprovechamiento de distintos subproductos de la industria agroalimentaria que varían en función de la localización geográfica. También se incluyen algunos productos con capacidad tampón, para evitar acidosis (bicarbonato sódico, carbonato cálcico, óxido de magnesio, etc). La principal fuente de energía la constituyen los cereales, mandioca, grasas y aceites y la proteina la aportan las tortas de oleaginosas (soja, girasol, etc.). La inclusión de las distintas materias primas en la composición del pienso, depende del precio de las mismas en el mercado y de su disponibilidad por la localización geográfica. A esto hay que añadir las necesidades en nutrientes del animal de acuerdo con su edad, peso, aptitud, etc.

Existe una variación de los parámetros productivos, dependiendo de la composición del alimento suministrado. Así, en estudios realizados por Albertí et al., (1995), se observa cómo una alimentación a base de silo de maíz, proporciona una GMD de 1,4-1,5 kg/día (7-15 por 100 menor que con pienso *ad libitum*), pero con un 12 por 100 menos de coste, siendo el IC de 4,3-4,6 kg. Si la alimentación es a base de heno de alfalfa con un suplemento de pienso, la GMD es de 1,3-1,4 kg/día (15-20 por 100 menor que con pienso *ad libitum*) y el IC es de 5,2-6 kg MS/ kg de ganancia de peso, mientras que cuando es a base de pienso únicamente, el IC es de 4,5.

Albertí et al., (1995) en un trabajo realizado con terneros de raza Parda y de Pirenaica, alimentados con un pienso testigo y con pienso rico en mandioca y gluten feed, no encuentran diferencias significativas en la velocidad de crecimiento.

En algunos Programas de Calidad de carne de vacuno y en la Reglamentación de algunas Denominaciones y Marcas de Calidad, se incluyen especificaciones concretas sobre los ingredientes y la composición química de la dieta que consumen los animales hasta el sacrificio, viéndose restringido, a veces, el uso de algunos como harina de pescado y carne, urea, alimentos tratados con amoníaco, ensilados y determinadas grasas. En ocasiones, no se admite tampoco la lactancia con leche artificial (García, 1997).

7.2.- USO DE ADITIVOS Y PROMOTORES DEL CRECIMIENTO

Los promotores del crecimiento son sustancias no nutricionales, que incrementan la velocidad de crecimiento y/o mejoran la eficiencia de la alimentación en animales sanos. El principal motivo del uso de promotores de crecimiento es la mejora de las condiciones de producción animal, abaratando los costes económicos al mejorar la conversión del pienso en carne y disminuir el número de bajas. Todas aquellas sustancias cuyo uso está destinado a obtener exclusivamente mejoras zootécnicas en base a efectos anabolizantes, o de otro tipo, no están autorizadas por la legislación de la U.E. debido a su potencial toxicidad; sin embargo, algunas de estas sustancias se pueden utilizar en otros países (EEUU).

Los promotores del crecimiento actualmente más utilizados son: antibióticos, ionóforos, hormonas esteroideas sexuales endógenas y sintéticas, somatropina y agonistas beta-adrenérgicos.

A principios de la década de los cincuenta se observó que el empleo de antibióticos incrementaba la velocidad de crecimiento en animales monogástricos cuando se administraban pequeñas cantidades en la dieta. Este efecto se debe entre otras causas a: disminución de la destrucción de nutrientes, incremento de la capacidad de absorción intestinal, cambios en la flora microbiana que reducen la producción de toxinas y, en menor medida a un aumento en la retención de nitrógeno (Fiems et al., 1991). La aplicación en la producción de animales rumiantes es un aspecto controvertido debido a la alteración que se puede producir en la microflora ruminal.

Algunos aditivos alimentarios (bacitracina-zinc, avoparcina, flavofoslopipol, tilosina, espiramicina, virginiamicina, monensina, avilamicina, carbadox, olaquindox), son promotores antimicrobianos del crecimiento, modifican la flora intestinal de los animales, transitan por el intestino sin metabolizarse y se expanden en el medio ambiente. Sus efectos no son conocidos, pueden seleccionar a las bacterias antibiótico-resistentes, las cuales pueden trasladarse como patógenas para el hombre. Pueden también incrementar la dispersión de gérmenes patógenos para los animales. En conclusión, los antibióticos promotores del crecimiento se consideran en general, como inductores de cierto riesgo potencial para los consumidores de carne, incluyendo los ionóforos (monensina), que ademas tienen toxicidad en los animales.

Las ventajas de la administración de dosis subterapeúticas de antibióticos a los animales de razas de aptitud cárnica, son considerablemente más importantes en los jóvenes debido a su sistema inmunitario inmaduro. Los ionóforos, permiten reducir el aporte de alimento en alrededor de un 6 por 100, incrementando la eficiencia de transformación de un 4 a un 12 por 100. La monensina sódica es el antibiótico ionóforo más ampliamente utilizado. Se utilizó por primera vez en EE.UU., en raciones de engorde para ganado vacuno de carne, comprobándose que aumentaba considerablemente la eficiencia de transformación de los alimentos (Bolling et al., 1977; Perry et al., 1985). Este tipo de antibióticos, reducen la microflora generadora de acetato, butirato y mentano, y en consecuencia, al modificar las proporciones de los AGV presentes en el rumen, aumentan la relación propionato/acetato. Además producen una

disminución en la producción de metano y de ácido láctico (Richardson et al., 1976; Chalupa, 1984). El aumento de la relación propionato/acetato resulta ventajoso para la productividad animal por varios motivos. En primer lugar, la síntesis de propionato es más eficiente energéticamente que la síntesis de acetato y butirato. En segundo lugar porque la utilización del propionato a nivel tisular es mayor que la del resto de los AGV formados en el rumen que ahorra algunos aminoácidos, que normalmente serían utilizados en la gluconeogénesis (Bergen y Bates, 1984). Además, al disminuir la síntesis de metano, se ahorra la energía que supone la metanogénesis (Chalupa, 1984). Por otra parte, los ionóforos resultan útiles en la prevención de acidosis láctica que pueden originar las raciones con altas cantidades de concentrados (Bergen y Bates, 1984) y también disminuyen la degradabilidad de las proteinas en el rumen.

Las hormonas anabolizantes intervienen en el crecimiento, y en los animales productores de carne, las esteroides son las de mayor interés. Se pueden clasificar en endógenas, producidas por el propio organismo (testosterona, progesterona, estradiol,...) y sintéticas de tipo esteroidal (estilbenos, trembolona) y no esteroidal (zeranol). El empleo de estas sustancias permite alcanzar hasta un 10-20 por 100 de mejora en la ganancia de peso, respecto de los animales control. Se considera que algunas de estas sustancias, cuando su uso se hace bajo estrictos controles, no tienen efectos peligrosos para la salud de los consumidores, pero existe una opinión controvertida en este aspecto, ya que incluso las hormonas naturales pueden asociarse con el desarrollo de enfermedades tumorales. Cerca de un 90 por 100 de las carnes producidas en el territorio norteamericano son tratadas con implantes de esteroides anabolizantes que reducen la ración alimentaria en un 5-10 por 100 y mejoran la eficiencia alimentaria en un 5-14 por 100, todo ello debido a la disminución de la excreción de nitrógeno, no viéndose afectados ni el sabor ni la terneza de la carne.

También se utiliza la hormona del crecimiento (GH), que actúa sobre la velocidad de crecimiento, la eficiencia y la composición de la canal al reducir la cantidad de grasa.

Los ß-agonistas, actúan reduciendo la lipogénesis y la proteolisis con lo que se obtienen canales más magras. Entre los efectos que producen, destaca: aumento de la ganancia diaria de peso en un 10-15 por 100, aumento del 10-15 por 100 de la eficacia en la conversión de los alimentos, aumento del 8-10 por 100 en el peso de la canal, disminución del 25-30 por 100 de la grasa visible y reducción de la terneza de la carne.

Existen otros grupos de compuestos cuyo uso no produce mejoras ostensibles de la producción animal sino que constituye un fraude. Un ejemplo, son los tiuracilos que aumentan la retención de agua y producen un sobrepeso pero sin los efectos anabolizantes de las hormonas esteroidales, GH y B-agonistas.

El principal problema del uso de promotores del crecimiento es su posible efecto toxicológico sobre los consumidores, debido a la presencia de resíduos en diferentes tejidos de los animales tratados. Los órganos donde se produce mayor acumulación son el hígado y los riñones.

El uso de promotores del crecimiento tienen una mala imagen pública, por su uso desmesurado, en detrimento de la calidad de los productos, y a veces con perjuicios graves para la salud del consumidor (Castro et al., 1997). Los efectos sobre la salud humana se pueden clasificar según las propiedades tóxicas: carcinogénicas, mutagénicas, teratogénicas, alteraciones hormonales, hiperplasias, alérgicas, cardíacas, etc. Los consumidores son muy sensibles al uso de promotores del crecimiento, de modo que desean carne exenta de estas sustancias (García et al., 1995). Estos exigen un mayor control sobre los productos que consumen y tienen una mayor aceptación las carnes procedentes de animales criados sin aditivos.

Algunas de las conclusiones anteriores fueron obtenidas en la Conferencia Científica sobre Promotores de Crecimiento en la Producción de Carne, celebrada en Bruselas los días 29 de Noviembre a 1 de Diciembre y promovida por el Comisario de Agricultura de la UE, Frans Fischler, y han sido transmitidas a través de un informe elaborado por el Dr. Fleming Thune-Stephensen.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

III.- OBJETIVOS

III.- OBJETIVOS

Son tres los principales objetivos que se pretenden conseguir en este trabajo experimental. En primer lugar, la caracterización de la raza Serrana Soriana, tanto en lo que se refiere a su comportamiento productivo como a los parámetros que definen la calidad de la canal y de la carne. Este último aspecto, es de gran interés, ya que siendo la raza autóctona de la provincia de Soria, hasta el momento no se dispone de ningún trabajo que documente acerca de la calidad de la canal y de la carne.

En segundo lugar, comparar dos razas, por un lado la raza Charolés, de conocida aptitud carnicera, y por otro, la raza Serrana Soriana, destacada por su excelente rusticidad, tanto a nivel de producción como de parámetros de calidad de canal y de carne, siguiendo el sistema de explotación más común en España; destete de los animales en el campo a los 6-7 meses de vida y cebo intensivo hasta los 12-14 meses (categoría comercial de añojo), a base de pienso concentrado y paja. La comparación abarca aspectos productivos (índices técnicos) y aspectos cualitativos de la canal y de la carne, todos ellos decisivos en el resultado económico del proceso.

El tercer objetivo es comparar el efecto del tipo de alimentación sobre cada una de las razas, expresado tanto en caracteres productivos como de calidad de canal y de carne. Se pretende conocer la influencia que ejerce la presencia o no de aditivos, grasas de origen animal, subproductos industriales, urea, etc, en la composición del pienso, sobre parámetros que inciden en el rendimiento económico de la actividad productiva y también sobre aquellos que van a ser determinantes de la calidad de los productos y que influyen de manera más o menos importante en la decisión del consumidor final.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

IV.- MATERIAL Y MÉTODOS

IV.- MATERIAL Y MÉTODOS

1.- BASE ANIMAL, CEBADEROS, MANEJO DE LOS ANIMALES Y SU ALIMENTACIÓN

1.1.- ANIMALES

En primer lugar, queremos aclarar que aunque en diferentes apartados de este trabajo se emplea el término "terneros", al referirnos a los animales utilizados en este ensayo y en otros que citamos, la denominación correcta es "añojos", dado que se corresponden a esta categoría comercial.

Para la realización de este trabajo, se dispuso de animales de dos razas, de 6-7 meses de edad y recién destetados El período de cebo comprende los meses desde Septiembre-Octubre de 1996 hasta Junio-Agosto de 1997, en el caso de la raza Serrana Soriana, y desde Noviembre de 1996 hasta Mayo-Junio de 1997 para los de la raza Charolés, sacrificándose todos ellos en la categoría comercial de Añojo.

En ambas razas se trata de animales machos que han permanecido desde el nacimiento con sus madres en un sistema de explotación extensivo, y se han alimentado únicamente de la leche materna y del pasto disponible en las zonas de pastoreo, no habiéndoles suministrado en ningún caso pienso concentrado antes de la entrada en el cebadero.

Los animales de la raza Charolés se localizan en una explotación de propiedad particular, con cuyo propietario se había realizado previamente un convenio de colaboración, en el témino municipal de Ocenilla, a 15 km de Soria en dirección Noroeste, a 1086 metros de altitud.

Los animales de la raza Serrana Soriana se localizan en la explotación de Taniñe, perteneciente al municipio de San Pedro Manrique, propiedad del Consorcio Diputación-Caja Rural. Geográficamente se sitúa al Noreste de la provincia de Soria, a 1.075 metros de altitud, a unos 45 km de la capital de Soria. Esta explotación, pese a estar a una altitud similar a la

anterior, presenta unas condiciones climáticas, sobre todo en los meses invernales, más duras y adversas, lo que indica la importancia de explotar en esta zona una raza autóctona que a lo largo de mucho tiempo se ha adaptado perfectamente a dichas condiciones climáticas.

Dentro de cada raza, se realizan dos lotes homogéneos de animales basándonos en el peso vivo, cada uno de los cuales es alimentado con diferente pienso compuesto: un lote consume un pienso que denominamos Comercial, que está a disposición de cualquier ganadero en la fábrica de piensos, y el otro lote consume un pienso que llamamos Natural, elaborado de forma exclusiva para el ensayo, y que se caracteriza porque carece de subproductos industriales, grasas de origen animal, urea y promotores del crecimiento.

El manejo de los lotes es idéntico y se sitúan en cebaderos adyacentes. Así, distinguimos cuatro lotes, que designamos como Lote 1, los animales de raza Charolés alimentados con pienso "natural"; Lote 2, los animales de raza Charolés alimentados con pienso "comercial"; Lote 3, los animales de raza Serrana Soriana alimentados con pienso "natural", y Lote 4, los animales de raza Serrana Soriana alimentados con pienso "comercial".

1.2.- CEBADEROS

Tanto los animales de una raza como los de la otra se alojan en cebaderos semicubiertos (estabulación libre) y disponen de amplia superficie por animal. En la zona descubierta, disponen de tolvas con pienso compuesto (una/lote) y de comederos circulares con paja de cereal, a los que pueden acceder libremente, ya que se trata de una alimentación *ad libitum*. También disponen de agua corriente.

Los animales de la raza Charolés se alojan en dos cebaderos adyacentes, uno para cada lote, cuya superficie total es de 448 metros cuadrados, correspondiendo una superficie de 8 m^2/animal.

Los animales del Lote 3 se alojan en un cebadero de 579 metros cuadrados, gozando cada animal de una supeficie de 38 m^2, mientras que el Lote 4 dispone de 504 metros cuadrados, siendo de 31 m^2, la superficie disponible por cada animal.

1.3.- MANEJO Y ALIMENTACIÓN

El tamaño de los lotes es de 23 animales en el Lote 1, que inician el cebo con 297 kg de peso y de 26 animales en el Lote 2 con un peso inicial de 305 kg. En la raza Serrana Soriana, el tamaño es de 15 animales en el Lote 3 y 16 animales en el Lote 4, que inician su cebo con 198 kg y 267 kg de peso vivo, respectivamente.

Durante el período de cebo se cumple todo lo establecido en el R.D. 229/1998 de 16 de febrero, por el que se modifica el R.D. 1047/1994 de 20 de mayo, sobre normas mínimas para la protección de terneros.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Se controla el peso individual de los animales desde el inicio del cebo, cada 4 semanas, procurando pesar a los animales a la misma hora del día. Para ello se dispone de una báscula en cada explotación. También se controla el consumo de pienso en cada lote y se toman muestras del mismo cada vez que se rellenan las tolvas, para realizar análisis de principios inmediatos, con el fin de verificar la composición que inicialmente se estableció.

El peso final que alcanzan estos animales, controlado el día anterior a ser sacrificados, con el fin de minimizar las condiciones de estrés el mismo día que se sacrifican, es de 619 kg en el Lote 1, 640 kg en el Lote 2, 522 kg en el Lote 3 y 589 kg en el Lote 4.

En cuanto a la composición de los distintos tipos de pienso con que se alimentan a cada lote, estos se caracterizan por:

Los Lotes 1 y 3 reciben el mismo tipo de pienso (Natural), y su composición química por kg de materia seca, es de 162,989 g de P.B.; 47,993 g de F.B.; 102,956 g de P.D.I.; 0,991 U.F.C.; 51,927 g de G.B. y un contenido en correctores minerales de 7,786 g de calcio, 4,165 g de fósforo, 2,991 g de sodio y 0,8 g de magnesio.

El Lote 2 se alimenta de un pienso, cuya composición por kg de materia seca, es de 143,76 g de P.B.; 48,345 g de F.B.; 88,63 g de P.D.I.; 1,003 U.F.C.; 71,29 g de G.B. y un contenido en correctores minerales de 8,45 g de calcio, 5,7 g de fósforo y 2,29 g de sodio.

La composición del pienso suministrado al Lote 4, por kg de materia seca, es de 133,55 g de P.B.; 47,426 g de F.B.; 85,16 g de P.D.I.; 0,9627 U.F.C.; 57,97 g de G.B. y un contenido en correctores minerales de 5,6 g de calcio, 5,21 g de fósforo y 0,88 g de magnesio.

La principal diferencia en cuanto a la composición de los piensos "natural" y "comercial", es que en los primeros hay un mayor porcentaje de grasas insaturadas, mientras que en los segundos, es mayor el porcentaje de grasas saturadas y además llevan adicionado Monensina (15 ppm). Asimismo, se observa una mayor contenido en P.D.I. en el pienso natural, si bien el contenido energético y en F.B. son similares.

Tabla1: Composición de los distintos tipos de pienso por kg de materia seca

	P.B. (g)	**F.B. (g)**	**P.D.I. (g)**	**U.F.C.**	**G.B. (g)**	**Ca (g)**	**P (g)**	**Otros (g)**
Natural Lotes 1 y 3	162.98	47,99	102,95	0,99	51,92	7,78	4,16	0,8 Mg
Comercial Lote 2 (Ch)	146,76	48,74	88,63	1,00	71,29	8,45	5,7	2,29 Na
Comercial Lote 4 (Se)	133,55	47,42	85,16	0,96	57,97	5,6	5,21	0,8 Mg

2.- CONTROLES EN MATADERO

Los animales se sacrifican en grupos de 4-6 animales dependiendo de las necesidades comerciales del momento, y son transportados al matadero Mataso situado en el término de Soria, procurando el menor tiempo de espera previo al sacrificio, y cumpliendo en todo momento el R.D. 66/1994 de 21 de enero, por el que se establece las normas relativas a la protección de los animales durante el transporte.

Del total de animales utilizados en la fase de cebo, en matadero y posteriormete en laboratorio, se controlan 39, correspondiendo 10 animales al lote Charolés Natural, 10 al lote Charolés Comercial, 10 al lote Serrana Comercial y 9 al lote Serrana Natural.

Se sacrifican de acuerdo con la normativa vigente, son insensibilizados con bala cautiva a nivel de la región frontal. Tras ser suspendidos por una de las extremidades posteriores, se procede al sangrado a nivel de las carótidas y de la yugular. A continuación se separa la cabeza a nivel de la articulación occípito-atloidea y las extremidades a nivel de la articulación carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana. Posteriormente son desollados y eviscerados y una vez faenada la canal se introduce en la cámara de refrigeración.

2.1.- PESO DE CABEZA, PIEL, PATAS Y CANAL

Durante el faenado, se controla el peso de la piel, de las patas con piel y pezuña y de la cabeza con piel y cuernos.

Las canales son pesadas en caliente, previamente a su entrada en la cámara de refrigeración. A las 24 horas postsacrificio se realiza la medida del pH y de la temperatura a nivel de la 12ª vértebra torácica, con un phmetro portátil, modelo Crison-507, provisto de un electrodo de penetración y de una sonda de temperatura.

2.2.- CLASIFICACIÓN DE CANALES

Las canales se clasifican siguiendo los patrones fotográficos del R. (CEE) nº 12081/81, R. (CEE) nº 2930/81 y R. (CEE) nº 1026/91 de la clasificación S-EUROP, pero subdividiendo cada categoría en 3. Lo mismo se hace para la clasificación del grado de engrasamiento, por lo que se dispone de una escala de 15 puntuaciones, siendo el 1 para el menos engrasado y el 15 para el más engrasado, de modo que la máxima puntuación (exceptuando la categoría S) corresponde a la E+(15) y la mínima a la P-(1).

2.3.- MEDIDA DE Tª Y PH-24 Y MEDIDAS DE LA CANAL

En la cámara de refrigeración, las canales permanecen 48 horas a una temperatura de 2-4 ºC y humedad relativa de 98 por 100. Al cabo de este tiempo se vuelven a pesar para saber el peso de la canal en frío y así poder calcular las pérdidas de peso por oreo. Posteriormente se realizan una serie de medidas en la media canal izquierda sin rabo, con ayuda de una cinta métrica:

* Longitud de la canal (LC): desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta el centro del borde anterior de la 1ª costilla.

* Profundidad interna de pecho (PP): desde la ápofisis xifoide del esternón, hasta el borde inferior del canal medular, a nivel de la articulación entre la 5ª y la 6ª vértebra torácica.

* Longitud de la pierna (LP): desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta el centro de la cara interna de la articulación tarso-metatarsiana.

* Perímetro de la pierna (PPI): a nivel de su máximo espesor.

* La medida del espesor de la grasa dorsal se hace a nivel de la 12ª vértebra torácica, realizando un corte en ángulo recto de la misma, con la ayuda de un bisturí, pinzas y un pie de rey.

2.4.- DESPIEZADO

A continuación se realiza el despiece comercial de la media canal izquierda sin rabo y se pesa cada una de las piezas resultantes: Redondo-contra, Morcillo anterior, Morcillo posterior, Tapa, Babilla-cadera, Falda-costillar, Pez, Espalda, Cinta de lomo con solomillo y grasa pélvicorrenal y Aguja. Estas piezas se clasifican en 4 categorías, de la siguiente forma:

Primera: lomo-solomillo
tapa
babilla-cadera
redondo-contra

Primera B: aguja
espalda
pez

Segunda: morcillo anterior
morcillo posterior

Tercera: falda-costillar

Los datos obtenidos del despiece no figuran en el apartado de Resultados, debido a que no fue posible realizar en la totalidad de los terneros el mismo despiece, por razones comerciales.

También se controla el peso de la grasa que rodea al riñón (GPVRI), de la media canal izquierda.

2.5.- TOMA DE MUESTRAS Y TRATAMIENTO

Se toman muestras desde la 8ª hasta la 13ª costilla, para la realización de los análisis de laboratorio y sensorial. Se envasa al vacío individualmente el *Longissimus dorsi* (Ld) de cada costilla, excepto en la 11ª y 12ª que se hace conjuntamente, y la 10ª costilla que se envasa completa. Una vez envasadas al vacío, las muestras se dejan madurar en refrigeración durante

5 días. Asimismo, se toman muestras de grasa subcutánea y pélvicorrenal, que son envasadas al vacío y congeladas inmediatamente.

3.- ANÁLISIS INSTRUMENTAL

Se ha seguido la metodología propuesta por Boccard et al. (1981), con el fin de poder comparar resultados entre los distintos grupos de trabajo.

3.1.- DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

El contenido en humedad, nitrógeno total, grasa, cenizas y colágeno total se realiza a partir del *Longissimus dorsi* (Ld) de la 13ª costilla. Esta, tras la maduración se congeló a -18ºC, y al igual que otras muestras que siguieron el mismo tratamiento, se descongeló de forma lenta y en refrigeración. Dichas determinaciones se llevaron a cabo siguiendo los Métodos Oficiales de Análisis (BOE 29/8/1979) y las Normas Internacionales ISO R-1442 (humedad), ISO R-936 (cenizas), ISO R-1443 (grasa) e ISO R-937 (nitrógeno total).

Para calcular el contenido de colágeno total, previamente se determinó el porcentaje de hidroxiprolina, para lo cual se realiza una hidrólisis en medio ácido de las proteinas y se oxida la hidroxiprolina; el derivado formado con el p-dimetil-aminobenzaldehido se valora colorimétricamente. Para ello, se someten 3 g de la muestra a una digestión con ácido clorhídrico al 50% durante 7 horas en ebullición suave. Posteriormente, tras enfriar, se ajusta a un pH comprendido entre 6 y 7, utilizando hidróxido sódico y el contenido se transfiere a un matraz aforado de 200 ml, en el que se enrasa con agua destilada y se deja una noche en reposo. A continuación se filtra utilizando un papel de filtro plegado y del filtrado se toman alícuotas y se diluyen 5, 10 y 20 veces con agua destilada. Paralelamente se prepara una solución madre conteniendo 400 μg/ml de hidroxiprolina en agua destilada, y a partir de esta se hacen diluciones que contienen 5, 10 y 20 μg/ml con agua destilada. Esto permitirá trazar la curva patrón para calcular la concentración.

A continuación, se toman una serie de tubos de ensayo de 12 ml y se pone en uno de ellos (tubo testigo) 1 ml de agua destilada. En los tres siguientes se coloca 1 ml de las

soluciones que contienen 5, 10 y 20 µg/ml de hidroxiprolina. y en los tres últimos, 1ml de cada una de las disoluciones diluidas del filtrado.

A cada tubo se añaden: 2 ml de isopropanol puro y 1 ml de una solución oxidante (contiene un volumen de solución de cloramina T al 10,5% y 4 volúmenes de solución tampón. Esta última se obtiene de disolver 34 g de acetato sódico anhidro, 36,5 g de citrato trisódico monohidratado, 5,5 g de ácido cítrico en 385 ml de alcohol isopropílico puro y enrasar a 1000 ml con agua destilada). Es importante preparar esta solución oxidante en el momento. Se agitan los tubos y se dejan reposar durante 10 minutos. Después a cada tubo se añaden 3 ml de una solución de ácido perclórico al 17,5% y 2 ml de solución de p-dimetil-aminobenzaldehido al 5%, se homogeneiza y se lleva al baño maría a 60ºC durante 20 minutos. Transcurrido este tiempo se enfrían los tubos bajo corriente de agua , se añaden 3 ml de isopropanolol puro y se agita. A continuación se lee la densidad óptica de cada tubo ajustando al cero con el tubo testigo a 560 nm.

Una vez obtenidos los datos, se traza la correspondiente curva patrón, con los valores de las absorbancias y los de las concentraciones en µg/ml de hidroxiprolina.

Para calcular el porcentaje hidroxiprolina, multiplicamos la cantidad de hidroxiprolina leída en la curva patrón por la dilución del filtrado realizado, y se divide por el peso inicial de la muestra. El porcentaje hidroxiprolina multiplicado por 400 nos permite calcular el porcentaje de colágeno.

3.2.- DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA)

Se hizo a partir del Ld de la 8ª costilla, al 7º día de maduración, por lo que la muestra no fue congelada.

La CRA puede estimarse por diferentes métodos, en el presente estudio se realiza midiendo las pérdidas de agua por presión. Para ello se utiliza la técnica descrita por Grau y Hamm (1953) y posteriormente modificada por Sañudo et al. (1986).

Se toman unos 20 g de carne del Ld. se trocea con un cuchillo y se tritura en una picadora Moulinex con tres pulsos de aproximadamente 2 segundos cada uno. A partir de una muestra de 5 g de carne picada, ésta se somete a un peso de 2,250 kg entre dos papeles de filtro Albet durante 5 minutos, momento en el que la muestra se pesa de nuevo para calcular el porcentaje de agua liberada en relación al peso inicial de la muestra. Se realizan dos repeticiones por muestra.

3.3.- DETERMINACIÓN DE LA DUREZA

Se realiza a partir del Ld de la 10ª costilla, al igual que en la técnica anterior, el 7º día de maduración. Envasada al vacío, la muestra se somete a cocción en un baño de agua durante 40 minutos a 70ºC. Posteriormente se enfrió bajo el grifo de agua fría.
Para calcular la resistencia al corte se utiliza un texturómetro provisto de una célula Warner-Bratzler. La muestra de carne se cortó para su análisis de forma que se obtuvieran porciones de 1 cm^2 de sección por 2 cm de largo, de forma paralela a las fibras musculares. El corte de la muestra para la medida de la resistencia al corte se realizó de forma perpendicular a las fibras, hacia la mitad de la muestra, a una velocidad de cruceta de 150 mm/s. Los datos fueron transmitidos a un ordenador, obteniéndose la fuerza máxima de corte o resistencia al corte, que se expresa en fuerza/sección de corte (kg/cm^2). Se realizaron 9 repeticiones de cada muestra.

3.4.- DETERMINACIÓN DE COLOR Y PIGMENTOS

Se realizó a partir del Ld de la 11ª costilla, al 7º día de maduración, sin que se hubiese separado de la 12ª costilla durante este período. Se emplean dos métodos: uno basado en técnicas de reflectancia y otro en técnicas de absorbancia.

Inmediatamente después de separar los Ld de las dos costillas, se procede a la medida física del color mediante un espectrocolorímetro Minolta-200, que consta de una fuente de luz,

el iluminante C, y un observador que mide la cantidad de luz reflejada a través de tres filtros (rojo, verde y azul). Este método, descrito por la CIE en 1931, permite medir las coordenadas tricromáticas: L*(luminosidad), a*(índice de rojo) y b*(índice de amarillo). A partir de estas se calculan las coordenadas psicromáticas: L*(luminosidad), C*(Croma o Saturación) y H*(Tono) aplicando las siguientes fórmulas:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \qquad H^* = \text{arc tang } (b^*/a^*) \times 57{,}29$$

Como el método anterior no es destructivo, con la misma muestra sometida a refrigeración durante 1 hora y aislada con papel de film permeable al oxígeno, se emplea para determinar la concentración de mioglobina, mediante la técnica descrita por Hornsey en 1956, basada en la conversión de la mioglobina en hematina ácida con ácido clorhídrico, y su extracción con acetona y agua. El extracto resultante presenta un espectro de absorción característico con unos picos a 512 nm que permiten calcular la concentración de hematina. A partir de esta se calcula la concentración de mioglobina.

3.5.- EXTRACCIÓN DE GRASA LIBRE Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE IODO

Se realiza a partir de las muestras de grasa subcutánea y pélvicorrenal. La extracción de lípidos se hace siguiendo la técnica descrita por Bligh and Dyer (1959). Para ello se homogeneizan 8 g de grasa de cada muestra, previamente picada en un molinillo Moulinex, con una mezcla de cloroformo y metanol(8:16) en la proporción 1:2 y se centrifuga a 4.000 rpm durante 20 minutos. Transcurrido este tiempo, la fase líquida se filtra a vacío con papel Whatman nº 1, obteniéndose el filtrado I. El resíduo sólido se homogeneiza de nuevo con 8 ml de cloroformo, se centrifuga a 4.000 rpm durante 20 minutos y se filtra de la misma forma, obteniéndose el filtrado II. Se mezclan las fases líquidas de ambos filtrados (I yII) y se añaden 8 ml de cloruro potásico al 0,88% y 8 ml de agua destilada. La mezcla se centrifuga a 4.000 rpm durante 30 minutos. Con la ayuda de una pipeta Pasteur se recoge la fase inferior que contiene la fracción lipídica y se somete a rotavapor en baño de agua a 60ºC, hasta que se elimina totalmente el disolvente. El extracto de grasa química resultante se introduce en tubos de vidrio y se congelan a -18ºC.

El índice de yodo indica el grado de insaturación de la grasa y se define como los gramos de yodo fijados por cada 100 g de grasa. El grado de insaturación de la grasa se determinó por la técnica de Hannus (UNE 55-013).

3.6.- DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR

Se realiza a partir de la disección de la 10ª costilla de la media canal izquierda de cada uno de los animales, puesto que en ganado vacuno, la composición de dicha pieza se considera como representativa de la composición tisular de la canal (Geay y Berenguer, 1969). Para ello previa descongelación de la muestra, y una vez conocido el peso de la pieza completa, se procede a la disección con la ayuda de un bisturí y unas pinzas. Tras separar los tres componentes, músculo, grasa y hueso, se pesan por separado para calcular el porcentaje sobre el peso total de la 10ª costilla.

4.- ANÁLISIS SENSORIAL

Se llevó a cabo en una sala de cata normalizada (Afnor, 1987), de la E.T.S.I.A. de la Universidad Pública de Navarra.

La evaluación sensorial se realiza aplicando las técnicas del análisis descriptivo cuantitativo (Stone et al., 1974), con un panel entrenado formado por nueve catadores.

Las características organolépticas de aroma, flavor y textura que se evalúan se detallan en la ficha de cata, las cuales se midieron señalando su intensidad sobre una escala de 0 a 100 mm, correspondiendo el extremo de la izquierda a la puntuación "muy débil" y el de la derecha, "muy fuerte". Las muestras se analizaron en 5 sesiones, en las que todos los catadores evaluaron todas las muestras.

Las muestras procedían de la 12ª costilla. Estas se descongelan de forma lenta, a 2ºC durante 24 horas y se cocinan al grill a una temperatura de 175ºC hasta alcanzar 70ºC en la parte interna de la muestra, para lo cual se utilizó una sonda térmica de penetración Crison T-637. A continuación se trocearon en porciones de 2 x 2 x 1,5 cm aproximadamente y se sirvieron sobre platos de cerámica precalentados, acompañados de agua y de trozos de manzana. Las catas se llevaron a cabo bajo luz roja.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Ficha de cata

Catador: ..... Fecha:.....Nº muestra:.....

AROMA

Característico:.....

Hígado: .....

☐Amoniaco ☐Sudor ☐Lácteo ☐Mohoso

Sulfuroso Rancio Otros:.....

FLAVOR

Característico:.....

Hígado: .....

Grasa: .....

Sabor residual.....

Amoniaco Sudor Lácteo Mohoso

Sulfuroso Rancio Otros:.....

TEXTURA

Jug.inicial .....

Jug.continuada.....

Dureza: .....

Cohesividad: .....

Harinosidad: .....

Facilid.tragar: .....

Untuosidad: .....

5.- ANALISIS ESTADÍSTICO

Se realiza con el Programa S.P.S.S. para Windows, Versión 6.1.3.

Se toma como unidad experimental a cada animal y para los parámetros productivos se divide el período de cebo en varias etapas coincidiendo con el control mensual de peso y se realiza un ANOVA para cada etapa, considerando como factores la raza y el tipo de pienso y como covariable el peso inicial de los animales.

Al analizar los distintos parámetros de calidad de la canal y de la carne, se hace un ANOVA considerando como factores la raza y el tipo de pienso. En este ensayo no se ha

podido considerar el efecto cruzado raza x pienso, ya que las dos razas no consumen los mismos tipos de pienso.

También se han realizado Test de Bonferroni independientemente para la raza y para el pienso, asignando un valor (de 1 a 4) a cada lote de animales en función de la raza y del pienso que consumió.

Para calcular las correlaciones entre los distintos parámetros, se realiza la correlación simple de Pearson.

Los modelos utilizados en el análisis de los parámetros de calidad de la canal y de la cane son:

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

$$y_{ij} = \mu + R_i + P_j + e_{ij}$$

donde:

y_{ij} = observaciones (parámetros de calidad de la canal y de la carne)

μ = media mínimo cuadrática

R_i = efecto fijo debido a la raza (i = 1, Charolés; i = 2, Serrana)

P_j = efecto fijo debido al tipo de pienso (j = 1, Comercial de la raza Charolés; j =2, Natural de ambas razas, j = 3, Comercial de la raza Serrana)

e_{ij} = efecto residual aleatorio

El modelo utilizado en el análisis de los parámetros productivos es:

$$y_{ij} = \mu + R_i + P_j + \beta + e_{ij}$$

donde:

y_{ij} = observaciones (parámetros de calidad de la canal y de la carne)

μ = media mínimo cuadrática

R_i = efecto fijo debido a la raza (i = 1, Charolés; i = 2, Serrana)

P_j = efecto fijo debido al tipo de pienso (j = 1, Comercial de la raza Charolés; j =2, Natural de ambas razas, j = 3, Comercial de la raza Serrana)

β = covariable (peso inicial)

e_{ij} = efecto residual aleatorio

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- PARÁMETROS PRODUCTIVOS

1.1.- EVOLUCIÓN DEL PESO DURANTE EL CEBO

Como ya hemos indicado, las dos razas utilizadas tienen características muy diferentes en cuanto a tamaño y precocidad, así como en velocidad de crecimiento. Por ello, antes de pasar a exponer los resultados de todos los parámetros relativos a calidad de canal y de carne, vamos a exponer los resultados obtenidos durante el período de cebo de los animales, pués nos servirán para interpretar datos que aportaremos posteriormente, como son rendimiento a la canal, engrasamiento, etc.

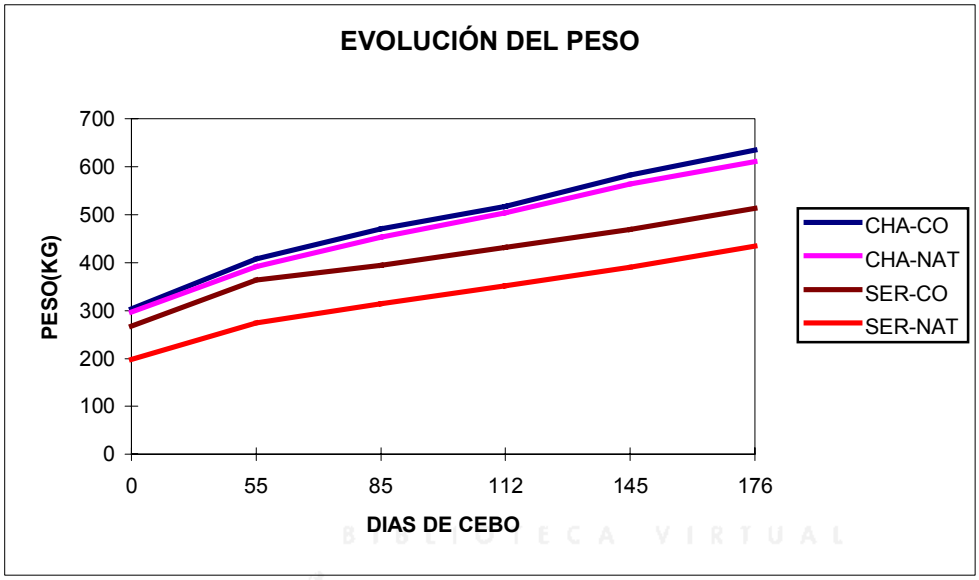
En la tabla 2 se expresan los pesos de inicio del ensayo y su evolución a diferentes etapas del cebo, así como el peso final de sacrificio y los niveles de significación de los efectos raza y pienso, y en la figura 1 la representación gráfica.

Tabla 2: Peso inicial (kg) y su evolución hasta el sacrificio de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		SERRANA		SIGNIFICACIÓN	
	COMERCIAL n = 23	NATURAL n = 26	COMERCIAL n = 16	NATURAL n = 15	RAZA	PIENSO
Peso inicial	305 ± 38,8	290 ± 66	267±15	193±36		
55 días	407,65 ± 47	391,92 ±34	363,37±34	274,33±44	NS	*
85 días	470,21 ± 49	453,69±39	393,87±34	313,93±43	*	NS
112 días	516,95 ± 50	504,57±	432,43±35	351,33±43	*	NS
145 días	582,63 ± 44	564,03±51	469,33±39	389,93±46	*	NS
176 días	635,43 ± 53	611,42±52	513,75±45	435,06±48	*	NS

(NS: no significativo, p>0,05; *:p<0,05)

Figura 1: Evolución del peso durante el período de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.



Se observan diferencias significativas ($p<0,05$) en los pesos de los terneros durante el primer período de cebo por efecto del tipo de pienso, siendo superior en las dos razas en los animales que consumieron pienso comercial, diferencia que no estaría enmascarada por la existente en los pesos al inicio del ensayo, pués en el análisis estadístico los pesos iniciales se utilizaron como covariables. Sin embargo, en los otros períodos las diferencias se deben al efecto de la raza, correspondiendo los pesos más elevados a la raza Charolés, como era de esperar, ya que se trata de una raza con mayor formato y mayor potencial de crecimiento, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3: Ganancia media diaria (kg/día) global durante todo el período de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.

	CHAROLÉS		**SERRANA**	
	COMERCIAL n = 23	**NATURAL** n = 26	**COMERCIAL** n = 16	**NATURAL** n = 15
G.M.D.	1,88	1,84	1,30	1,32

En diferentes trabajos de investigación sobre características productivas de terneros de razas autóctonas, se pone de manifiesto el buen comportamiento de éstos, que da idea del potencial de una raza. Al analizar el estudio de Albertí et al., (1997) realizado con siete razas

españolas, se puede afirmar que la raza Serrana se incluye en el grupo que estos autores establecen para las razas Avileña, Retinta y Morucha, alcanzando las dos primeras G.M.D. que oscilan entre 1,4 y 1,5 kg, mientras que la Morucha no supera los 1,3 kg. Sin embargo la raza Pirenaica alcanzó ganancias diarias de 1,7 kg, próximo a la obtenida por la raza Charolés en este trabajo. Los crecimientos menores de la raza Serrana frente a la Avileña y a la Retinta, podrían debersen a que se encuentra todavía en período de recuperación y no se ha realizado ninguna acción para mejorar su conformación como si se ha hecho en otras razas autóctonas.

Mamaqui (1996), observa en la raza Pirenaica unos crecimientos de 1,78 kg/día y de 1,69 kg/día en terneros de raza Parda, superiores en el primer caso y similares en el segundo a los encontrados por Albertí et al., (1997).

BIBLIOTECA VIRTUAL

Según la revisión bibliográfica de Sánchez (1998), el crecimiento entre destete y 12 meses en terneros de Rubia Gallega x Morucha se sitúa en 1,21 kg/día, mientras que en terneros de Rubia Gallega con un peso al destete de 387 kg a los 7-8 meses asciende a 1,6 kg/día. Este mismo autor aporta datos de crecimiento de otras razas autóctonas, de la raza Frisona, y de sus cruces, observándose que la raza Asturiana entre los 7 y 14 meses alcanzó un crecimiento de 1,2 kg/día, la Rubia Gallega 1,28 kg/día (8-14 meses) y la Pirenaica 1,2 kg/día, valores inferiores todos ellos a los obtenidos por Albertí et al., (1997), lo que confirma la diversidad de factores que influyen en la velocidad de crecimiento dentro de una misma raza.

La tabla 4 expresa los valores de la ganancia media diaria (kg/día) a lo largo del período de cebo, tomando como extremos los valores del peso inicial y de los diferentes controles con una perioricidad de 30 días y en la figura 2 su representación gráfica.

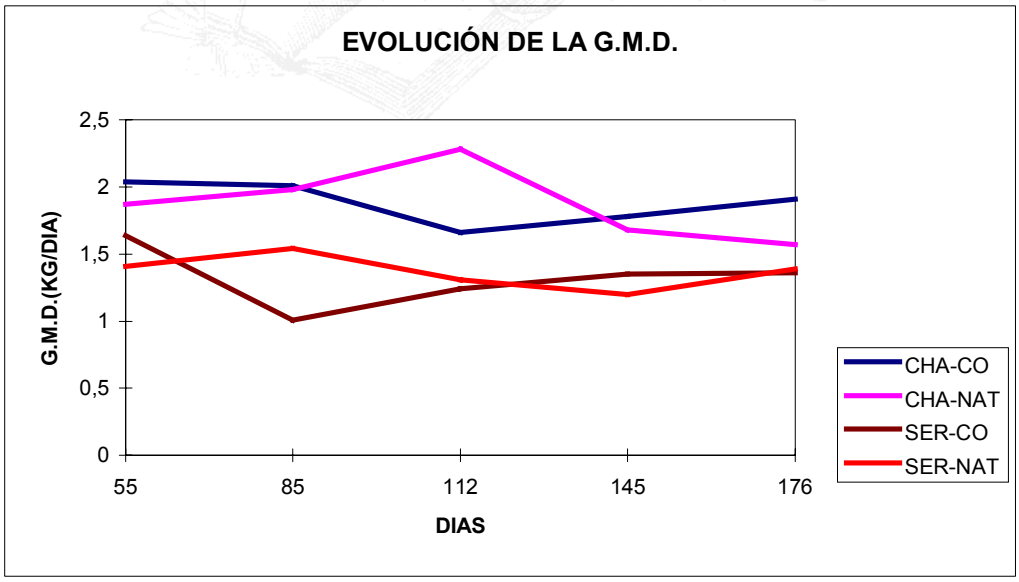
Tabla 4: Valores de la Ganancia media diaria (kg/día) expresada en los distintos períodos de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 23	**NATURAL n = 26**	**COMERCIAL n = 16**	**NATURAL n= 15**	**RAZA**	**PIENSO**
55 días	2,04 ± 0,3	1,87±0,34	1,64±0,18	1,41±0,38	NS	NS
85 días	2,01 ± 0,5	1,98±0,41	1,01±0,23	1,54±0,32	NS	*
112 días	1,66 ± 0,27	2,28±0,38	1,24±0,25	1,31±0,21	*	NS
145 días	1,78 ± 0,29	1,68±0,27	1,35±0,30	1,20±0,19	*	NS
176 días	1,91 ± 0,42	1,57±0,30	1,36±0,31	1,39±0,35	NS	*

(NS: no significativo, p>0,05; *:p<0,05)

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Figura 2: Evolución de la G.M.D. durante el período de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.



Se observa en todos los casos como la G.M.D. presenta una forma exponencial conforme aumenta el peso del animal. Se han encontrado diferencias significativas (p<0,05) en las G.M.D. por efecto de la raza durante el tercer y cuarto período de cebo, mientras que por efecto del tipo de pienso hay diferencias significativas (p>0,05) en el segundo y quinto período. En el primer período no se aprecian diferencias significativas, ni por efecto de la raza, ni por

efecto del pienso. Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Albertí et al., (1995) con terneros de raza Parda y de Pirenaica alimentados con un pienso testigo y con un pienso rico en mandioca y gluten feed, no encontrando diferencias significativas en la velocidad del crecimiento ni por efecto de la raza ni por efecto de la dieta, quizás por tratarse de razas más próximas en cuanto a su potencial de crecimiento y peso vivo.

1.2.- INDICES DE CONVERSIÓN

Además de la ganancia media diaria, el índice de conversión representa un parámetro de gran importancia desde el punto de vista económico. En los rumiantes la ingestión de alimento está regulada por la ingestión de energía, pues éstos tienden a consumir según sus necesidades energéticas, determinadas por su peso vivo, potencial de crecimiento y condiciones ambientales y de manejo.

En la tabla 5 se expresan los resultados obtenidos durante el período de cebo.

Tabla 5: Indice de conversión global (kg de pienso/kg incremento PV) durante todo el período de cebo de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.

	CHAROLÉS		**SERRANA**	
	COMERCIAL n = 23	**NATURAL** n = 26	**COMERCIAL** n = 16	**NATURAL** n = 15
I.C.	4,22	5,30	5,02	5,5

En cuanto al I.C. en el presente estudio para la raza Serrana ha sido superior que los encontrados por Albertí et al., (1997) para las siete razas que oscilan entre 4,1 y 5,0 kg. de pienso/kg de incremento de peso vivo. Este mayor índice de conversión puede estar justificado por las condiciones de cebo ya que se realizó al aire libre y durante el invierno, pués los nacimientos en esta raza se producen al final de la primavera para hacer coincidir la época de máximas necesidades de las madres con las de mayor disponibilidad de pasto (Mayo-Julio) y por tanto los destetes se efectúan al principio del otoño. Al tratarse de una explotación situada

en zona de montaña (1100 metros de altitud) las temperaturas extremas son muy bajas y han podido ejercer un importante efecto negativo sobre la utilización de la energía. De la misma forma que el índice de conversión en la raza Rubia Gallega, según los parámetros aportados por la Asociación de Criadores de esta raza es de 4,1 frente al encontrado por Albertí et al., (1997) de 4,3.

Los índices de conversión observados en la raza Charolés parecen estar en la línea de otros trabajos en el caso del pienso comercial, si bien en el lote que consumió el pienso natural el índice de conversión ha sido elevado debido, posiblemente, a la ausencia de promotores del crecimiento y al menor contenido en grasa de la ración.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

1.3.- CONCLUSIONES PARCIALES DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Se observan diferencias significativas ($p<0,05$) en los pesos de los terneros durante el primer período de cebo por efecto del tipo de pienso, siendo superior en las dos razas en los animales que consumieron pienso comercial. Sin embargo, en los otros períodos las diferencias se deben al efecto de la raza, correspondiendo los pesos más elevados a la raza Charolés.

Se han encontrado diferencias significativas ($p<0,05$) en las G.M.D. por efecto de la raza durante el tercer y cuarto período de cebo, mientras que por efecto del tipo de pienso hay diferencias significativas ($p>0,05$) en el segundo y quinto período.

Los índices de conversión observados en la raza Charolés parecen estar en la línea de otros trabajos en el caso del pienso comercial, si bien en el lote que consumió el pienso natural el índice de conversión ha sido elevado debido, posiblemente, a la ausencia de promotores del crecimiento y al menor contenido en grasa de la ración.

En cuanto al I.C. en el presente estudio para la raza Serrana ha sido superior que los encontrados por Albertí et al., (1997) para las siete razas que oscilan entre 4,1 y 5,0 kg. de pienso/kg de incremento de peso vivo.

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

Como se ha indicado anteriormente, los parámetros que definen la canal tienen una gran importancia a nivel de mercado, desde el punto de vista económico. Son muchos los factores que influyen en las características de la canal: raza, sexo, edad, alimentación, manejo, etc. A continuación vamos a comentar el peso al sacrificio, el rendimiento a la canal, las notas de conformación y de estado de engrasamiento y las pérdidas de peso por oreo. También analizamos los pesos de cabeza, piel y patas, ya que van a incidir en el rendimiento a la canal. Seguidamente se expresan las medidas de longitud de canal y de pierna, de profundidad de pecho y de perímetro de pierna y el porcentaje que representa la grasa pélvicorrenal, así como la medida del espesor de la grasa dorsal. Se analiza la temperatura y el pH a las 24 horas postsacrificio, ya que éste va a ser determinante de las características de la carne. Por último, indicamos la composición tisular de la canal, estimada a partir de la 10ª costilla y expresada como porcentaje de músculo, grasa y hueso.

2.1.- PESOS AL SACRIFICIO, RENDIMIENTOS Y CLASIFICACIÓN DE LAS CANALES

En primer lugar vamos a analizar los pesos al sacrificio, rendimiento a la canal y algunas características de ésta, dado que se trata de dos razas muy diferentes en cuanto a potencial productivo y conformación, y en una de ellas no fue posible sacrificar a pesos similares. En las tablas 6, 7 y 8 expresamos los parámetros más representativos para la valoración y definición de las canales y en las figuras 3, 4, 5, 6 y 7 su representación gráfica.

Tabla 6: Valores de peso vivo al sacrificio (kg), rendimiento a la canal (por 100), conformación (valorado de 1 a 15), estado de engrasamiento (valorado de 1 a 15) y pérdidas por oreo (por 100) de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

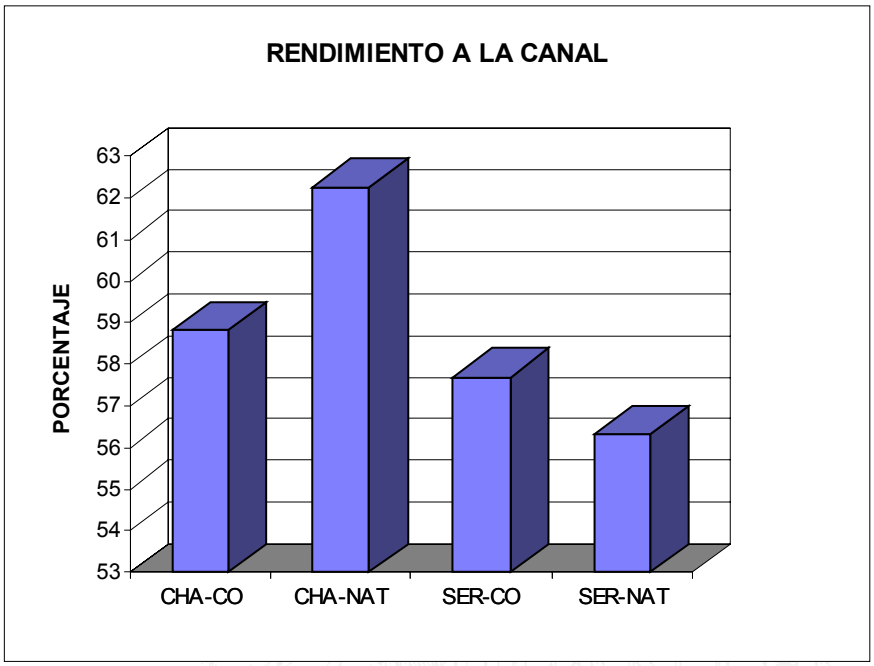
	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
Peso sacrif.	625,23 ± 20,68	619,31 ± 20,01	596,32 ± 22,71	517,22 ± 36,04	**	*
Rtº canal	58,81± 1,67	62,26 ± 1,18	57,68 ± 2,64	56,32 ± ,69	**	NS
Conform.	10,50 ± 1,08	10,20 ± 1,32	7,20 ± 0,63	6,78 ± 0,67	**	**
Est. Engras.	5,80 ± 1,23	5,50 ± 1,27	4,70 ± 0,95	4,33 ± 0,5	*	NS

(NS: no significativo, p>0,05; *:p<0,05; **p<0,001)

El peso de las canales tiene una influencia sobre el precio final, pues condiciona el tamaño de las diferentes piezas y puede predecir la composición de la canal. En el presente estudio, el peso al sacrificio no coincide en los cuatro lotes de animales, siendo superior en la raza Charolés que en la Serrana y en los lotes alimentados con pienso comercial en ambos casos, situación que condiciona el distinto peso de la canal.

El rendimiento a la canal ha resultado superior en los animales que presentaban un mayor peso al sacrificio, como era de esperar de acuerdo con lo establecido por numerosos autores (Butler-Hogg et al., 1981; Kempster et al., 1982). Este rendimiento presenta diferencias significativas (p<0,001) entre razas, situación que ha sido observada por Albertí et al., (1997) que encuentran rendimientos superiores en las razas Asturianas, Pirenaica, Rubia Gallega y Parda Alpina que en la Avileña, Morucha y Retinta que no superan el 58 por ciento. Parece lógico equiparar el rendimiento a la canal de la raza Serrana con el de estas tres últimas razas autóctonas, mientras que el de la raza Charolés, sería comparable con el rendimiento que presentan el primer grupo de razas, con mayor formato y potencial de crecimiento. Vallejo, (1971) apunta para la raza Avileña un rendimiento del 55,13 por 100 y para la Retinta de 56,62 por 100, valores ligeramente inferiores a los descritos más recientemente por Albertí et al., (1997) y que puede deberse al efecto de mejora genética que se viene realizando en los últimos años sobre estas razas.

Figura 3: Rendimiento a la canal de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.



No se han encontrado diferencias significativas (p>0,05) en el rendimiento a la canal en función del tipo de alimentación, sin embargo se observan diferencias apreciables correspondiendo un mayor rendimiento al pienso natural en el caso de la raza Charolés, mientras que en la raza Serrana, es superior el rendimiento en los animales alimentados con pienso comercial, si bien este comportamiento podría estar justificado por el diferente peso al sacrificio. Este hecho ha sido observado por otros autores (Mamaqui, 1996) que no encuentra diferencias significativas en el rendimiento a la canal en terneros de razas Parda y Pirenaica alimentados con dos piensos distintos.

Consideramos interesante analizar los pesos de cabeza, piel y patas por la influencia que puede tener en el rendimiento a la canal de razas tan distintas y con el objetivo de caracterizar la raza Serrana

Tabla 7: Peso (kg) de la cabeza, piel y patas de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural y niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
CABEZA	26,13 ± 2,02	27,32 ± 1,60	29,02 ± 2,28	26,39 ± 0,95	NS	*
PIEL	47,12 ± 4,02	48,04 ± 4,02	51,27 ± 4,61	48,88 ± 2,50	*	NS
PATAS	13,25 ± 1,14	13,12 ± 1,01	12,58 ± 0,99	11,02 ± 0,54	**	NS

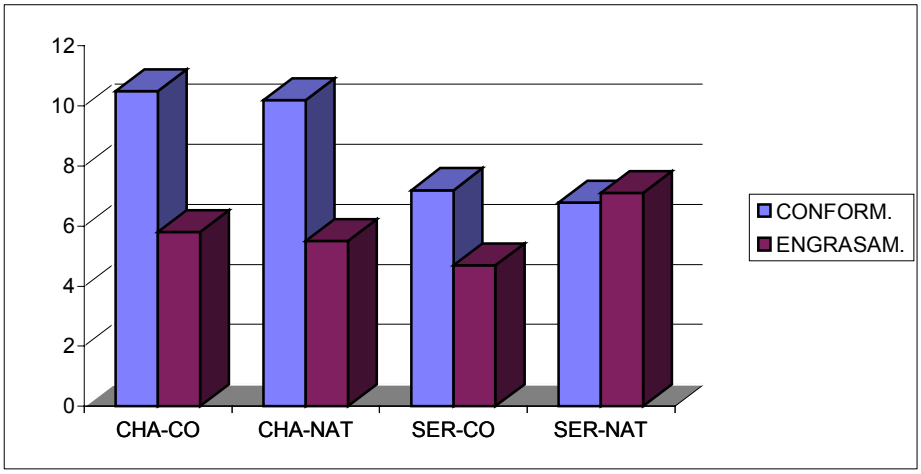
(NS: no significativo, p>0,05; *:p<0,05; **p<0,001)

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Se observan diferencias significativas (p<0,05, p<0,001) por efecto de la raza en el peso de la piel y de las patas, siendo la primera superior en la raza Serrana, a pesar de su menor peso al sacrificio por tratarse de una raza rústica, mientras que la raza Charolés presenta ligero mayor peso de las patas, efecto éste que puede estar enmascarado por el superior peso de la canal. Si estos valores los referimos a porcentaje de peso vivo al sacrificio de los animales, observamos en el caso del Charolés que la piel representa el 7,53 y 7,75 por 100 para animales alimentados con pienso comercial y natural, respectivamente, y en la raza Serrana estos valores son 8,6 y 9,45 por 100, sin embargo el peso de las patas representa en todos los casos el 2,1 por 100. En cuanto al peso de la cabeza se han encontrado diferencias significativas (p<0,05) por efecto del tipo de pienso. En la raza Charolés, el peso de la cabeza representa el 4,17 y 4,41 por 100 para animales alimentados con pienso comercial y natural, respectivamente, y en la raza Serrana 4,8 y 5,1 por 100.

Los valores descritos, referidos a porcentaje de peso vivo, pueden justificar los menores rendimientos a la canal en la raza Serrana.

Figura 4: Notas de conformación y estado de engrasamiento de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.



La nota de conformación presenta diferencias significativas (p<0,001) tanto por el efecto de la raza como por el efecto del tipo de pienso, correspondiendo una nota "U" a las canales de raza Charolés y "R" a las de Serrana, en consonancia con lo observado por Albertí et al., (1997) en las siete razas españolas. Varios investigadores consideran que la raza afecta a las características de peso, conformación, estado de engrasamiento y composición física de la canal (Cabrero, 1991; Martín et al., 1992; Keane, 1994; Font et al., 1995). En nuestro caso, se aprecia que aquellas canales de rendimientos más elevados poseen una mejor conformación que las que presentan menores rendimientos, habiéndose encontrado una correlación positiva (r= 0,58, p< 0,001), coincidiendo con las observaciones de Colomer-Rocher et al., (1980); Colormer-Rocher et al., (1986); Sanchez et al., (1997); Kempster et al., (1982); More O´Ferral y Keane, (1990), que comprueban que a medida que aumenta el peso de la canal, mejora la conformación. En este trabajo se ha observado una correlación positiva entre conformación y peso de la canal (r= 0,72, p< 0,001). En cuanto al efecto de la alimentación, en ambas razas se ha observado una mejor conformación cuando se trata animales que han consumido el pienso comercial.

El estado de engrasamiento presenta diferencias significativas (p<0,001) por el efecto de la raza, pero no por el efecto del pienso, presentando el mayor grado de engrasamiento las canales de raza Charolés. En ambas razas, aunque no es muy marcada la diferencia, se observa un mayor engrasamiento en las canales de los animales alimentados con pienso comercial, que presentaron menor velocidad de crecimiento a mitad del período de cebo. Se puede apreciar

en concordancia con varios autores, como a medida que aumenta el peso al sacrificio, también aumenta el estado de engrasamiento. No obstante, se ha de señalar que la nota del estado de engrasamiento al igual que la de conformación son subjetivas, ya que se han estimado en comparación con patrones fotográficos, por lo que no se les puede asignar una certeza total, como ocurre con aquellos parámetros estimados objetivamente.

2.2. - MEDIDAS DE LA CANAL

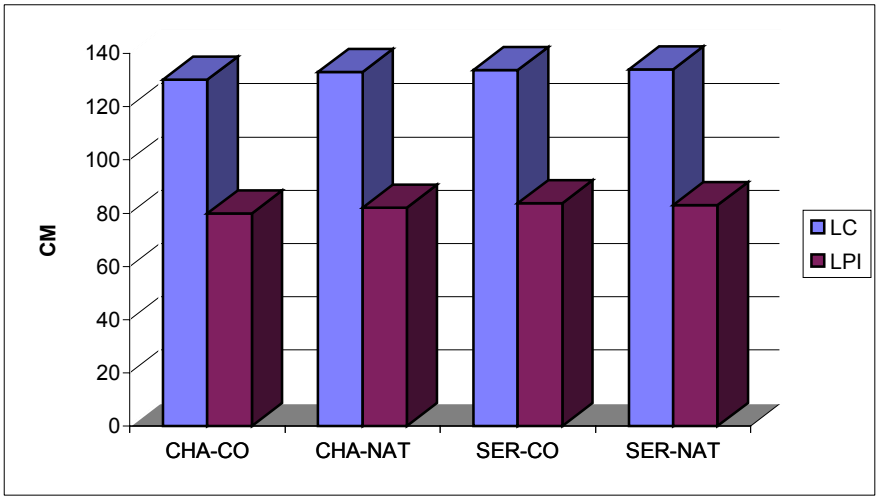
Las medidas de la canal son parámetros objetivos para determinar la conformación de la canal. En la tabla 8 expresamos los resultados y en las figuras 6 y 7 se representan gráficamente.

Tabla 8: Longitud de la canal (cm), profundidad de pecho (cm), longitud de la pierna(cm), perímetro de la pierna (cm) de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
LC	130,20 ± 6,27	133,10 ± 2,51	133,80 ± 5,25	134,14±4,41	NS	NS
PP	42,20 ± 1,14	44,05 ± 1,72	48,35 ± 5,80	50,28 ± 3,56	**	*
LPI	79,90 ± 7,26	82,00 ± 1,99	83,85 ± 8,49	83,11 ± 2,42	NS	NS
PPI	124,10 ± 2,56	126,05 ± 4,00	114,60 ± 3,41	110,33±3,71	**	*

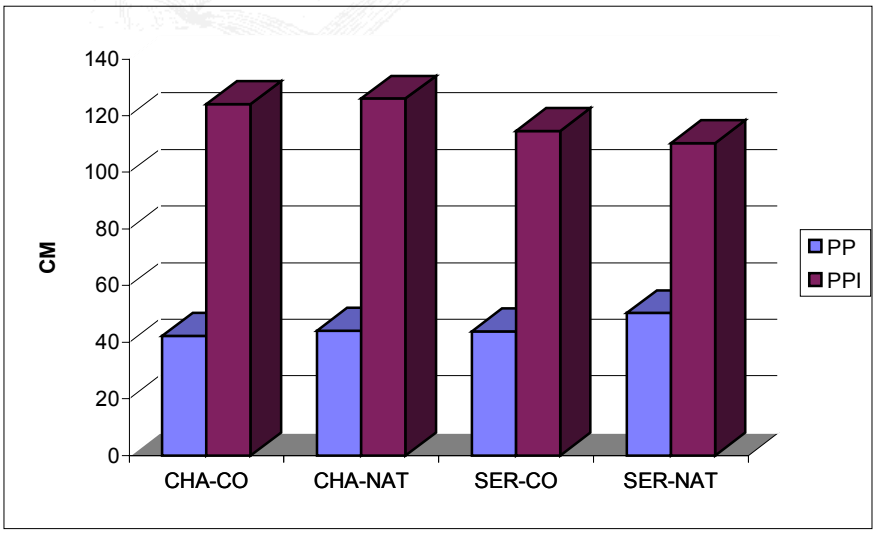
(NS: no significativo, p>0,05; *:p<0,05; **p<0,001)

Figura 5: Medidas de longitud de canal y longitud de pierna de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.



BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Figura 6: Medidas de profundidad de pecho y perímetro de pierna de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.



En las medidas efectuadas sobre la canal, coincidendo con trabajos realizados por otros autores (Suarez et al., 1997)se puede observar cómo en las canales peor conformadas, predominan las medidas de longitud sobre las de anchura, mientras que en las canales mejor conformadas ocurre lo contrario, encontrándose una correlación positiva entre la nota de conformación y el perímetro de la pierna (r= 0,87, p< 0,001), entre el rendimiento a la canal y el perímetro de la pierna (r = 0,71, p< 0,001) y entre éste y el peso de la canal (r= 0,88, p<

0,001), contrariamente a lo observado por Sueiro et al., (1995), que afirman que el peso de la canal no influye en el perímetro de pierna en terneros de Rubia Gallega. También se han encontrado correlaciones entre la longitud de la canal y la profundidad de pecho ($r= 0,40$, $p< 0,05$) y entre esta última y la conformación ($r= -0,59$, $p< 0,001$), el perímetro de pierna ($r= -0,67$, $p< 0,001$) y el rendimiento a la canal ($r= -0,37$, $p< 0,05$).

Coincidiendo con los resultados obtenidos por Albertí et al., (1995) en añojos de seis razas españolas se observa que las canales de mayor longitud se corresponden con las de menor perímetro de pierna. Se han encontrado diferencias significativas ($p<0,001$, $p<0,05$) por efecto de la raza y del tipo de pienso en las medidas de profundidad de pecho (PP) y de perímetro de pierna (PPI), siendo ambas más elevadas en la raza Charolés. La PP es ligeramente superior en los terneros de ambas razas alimentados con pienso natural, mientras que la PPI sigue la misma tendencia en la raza Charolés y no en la Serrana, en la que es mayor en las canales de los animales alimentados con pienso comercial y sacrificados a pesos más elevados. No se han encontrado diferencias significativas ($p>0,05$) en las medidas de longitud, mientras que Albertí et al., (1995) encuentran diferencias significativas en la longitud de la canal por efecto de la raza, y también en el perímetro de pierna.

Mamaqui (1996) no encuentra diferencias significativas en las medidas de la canal en terneros de razas Parda Alpina y Pirenaica ni por efecto de la raza ni de la alimentación, si bien en este caso se trata de razas con mayor grado de similitud.

2.3.- ENGRASAMIENTO Y PÉRDIDAS POR OREO

La grasa es el componente físico de la canal que presenta mayor variabilidad en el aspecto cuantitativo. El crecimiento de la grasa pélvicorrenal es el que presenta más variaciones en las diferentes fases de desarrollo en relación a los demás depósitos grasos (Kempster, 1980).

A continuación se expresa el estado de engrasamiento de las canales de forma objetiva, a partir de la medida del espesor de la grasa dorsal a nivel de la 12ª costilla y del peso de la grasa pélvicorrenal, así como las pérdidas de peso tras el oreo de 24 horas (Tabla 9).

Tabla 9: Espesor de la grasa dorsal (mm), peso de la grasa pélvicorrenal (por 100) y pérdidas de peso por oreo (por 100) de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
EGDI	4,32 ± 3,45	4,57 ± 1,75	4,44 ± 1,90	2,93 ± 1,40	NS	NS
GPVRI	3,53 ± 0,78	3,70 ± 0,87	4,40 ± 1,51	2,85 ± 0,87	NS	*
P.O.	1,36 ± 0,29	1,45 ± 0,31	1,68 ± 0,19	3,15 ± 0,27	**	NS

(NS: no significativo, p>0,05; *:p<0,05; **p<0,001)

No se han encontrado diferencias significativas (p>0,05) en cuanto al espesor de la grasa dorsal (EGD), si bien se aprecian diferencias en las canales de raza Serrana alimentadas con pienso natural, presentando éstas los valores más bajos. Esto podría estar relacionado con el menor peso de estas canales.

En cuanto al peso de la grasa pélvicorrenal (GPVR), hay diferencias significativas (p<0,05) debidas al efecto del tipo de pienso, siendo superior en la raza Charolés con el pienso natural, mientras que en la raza Serrana es apreciablemente mayor con el pienso comercial. Dentro de cada raza se observa una clara relación directa entre el espesor de la grasa dorsal y el peso de la grasa pélvicorrenal. Los contenidos en GPVR son superiores a los encontrados por Mamaqui (1996) en terneros de razas Parda Alpina y Pirenaica.

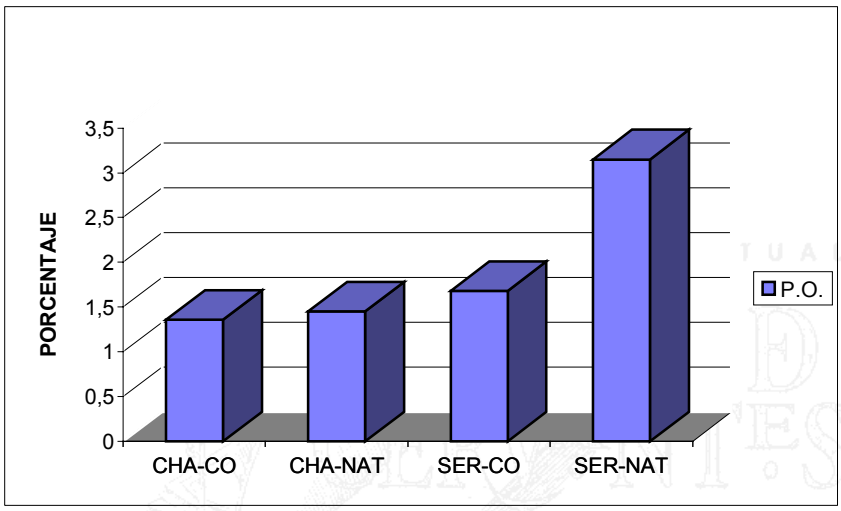
Se aprecia un mayor contenido en grasa pélvicorrenal en la raza Serrana, a pesar de su menor peso, hecho que podría justificarse por la mayor precocidad de esta raza.

Se ha encontrado una correlación positiva entre los contenidos de grasa pélvicorrenal y de grasa total a nivel de la canal (r= 0,57, p<0,001). También Mamaqui (1996) observa una tendencia similar en terneros de raza Pirenaica.

En cuanto a las pérdidas de peso por oreo, hay diferencias significativas (p<0,001) debido al efecto de la raza. Sin embargo, se puede afirmar que éstas han sido superiores en las canales de menor peso y de menor espesor de grasa dorsal, como cabría esperar. Esta afirmación queda reforzada con la correlación negativa encontrada entre las pérdidas de peso

por oreo y el peso de la canal (r= -0,67, p< 0,001) y el porcentaje de grasa de la canal (r= -0,51, p< 0,01). También se ha observado una correlación negativa las pérdidas por oreo y la nota de conformación de la canal (r= -0,52, p< 0,001) y el rendimiento a la canal (r= -0,46, p<0,01). En la figura 7 se representan gráficamente los resultados obtenidos.

Figura 7: Pérdidas por oreo de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.



2.4.- VALORES DE TEMPERATURA Y PH FINAL

Como se ha indicado anteriormente tanto el pH como la temperatura final (24 horas postsacrificio) influyen en las características tecnológicas y organolépticas de la carne. En la tabla 10 se expresan los resultados obtenidos.

Tabla 10: Valores de pH y de temperatura a las 24 horas postsacrificio de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.

	CHAROLES		SERRANA		SIGNIFICACIÓN	
	COMERCIAL n = 10	NATURAL n = 10	COMERCIAL n = 10	NATURAL n = 9	RAZA	PIENSO
pH-24	5,51 ± 0,08	5,56 ± 0,11	5,48 ± 0,12	5,42 ± 0,07	*	NS
tª-24	5,17 ± 0,46	5,46 ± 0,65	6,03 ± 1,35	7,58 ± 1,75	*	NS

(NS: no significativo, p>0,05; *:p<0,05)

Los valores medios de pH final de la carne, encontrados en este trabajo, son acordes con los esperados en la carne de vacuno, ya que se encuentran comprendidos entre los valores 5,4 y 5,8 (MacDougall y Rhodes, 1972; Price y Schweigert, 1976).

Por numerosos autores ha sido constatado el escaso o nulo efecto que la raza ejerce sobre el valor del pH (Boccard y Bordes, 1986; Renerre, 1986; Santolaria, 1993; Albertí, 1995; Mamaqui, 1996; Sánchez, 1997). Sin embargo, en el presente trabajo se aprecian diferencias significativas ($p<0,05$) en el valor del pH debido al efecto de la raza, siendo superior el valor obtenido en la raza Charolés. La explicación a este hecho podría encontrarse en la diferencia temperamental de ambas razas, presentando la raza Serrana un marcado carácter nervioso y este hecho puede hacer que la excitación que se produce por el estrés previo al sacrificio no incida tanto como en la raza Charolés, que es una raza de carácter más tranquilo. No se han encontrado diferencias significativas en el pH por efecto de la alimentación, coincidiendo en este aspecto con los resultados de otros estudios (Albertí et al.,1988; Albertí et al., 1992; Consigli, 1994; Mamaqui, 1996).

En cuanto a la temperatura, si bien se han encontrado diferencias significativas ($p<0,05$) entre razas, esta apreciación se ha de obviar ya que las canales que presentan mayor temperatura, coincide con momentos en los que debido a determinadas circunstancias, las cámaras del matadero tuvieron un mayor volumen de carga, y esto pudo incrementar la temperatura. Refuerza esta observación el hecho de que a menor peso de las canales facilita el intercambio de calor entre la canal y el medio que la rodea, disminuyendo el tiempo necesario para que la temperatura de la carne se iguale a la de la cámara frigorífica (Shortose y Harris, 1990). Aunque no se ha encontrado correlación significativa entre el valor de pH y de la temperatura a las 24 horas postsacrificio, se aprecian valores de pH más elevados a menor temperatura, de acuerdo con los resultados de Jaime et al., (1989) que también encontraron valores finales de pH superiores en corderos que habían sido enfriados a temperaturas más bajas.

2.5.- COMPOSICIÓN TISULAR

El genotipo de los animales tiene una influencia elevada tanto en el potencial de crecimiento como en la composición corporal, de ahí que por algunos autores se clasifiquen los animales destinados a la producción de carne en tres categorías según su precocidad.

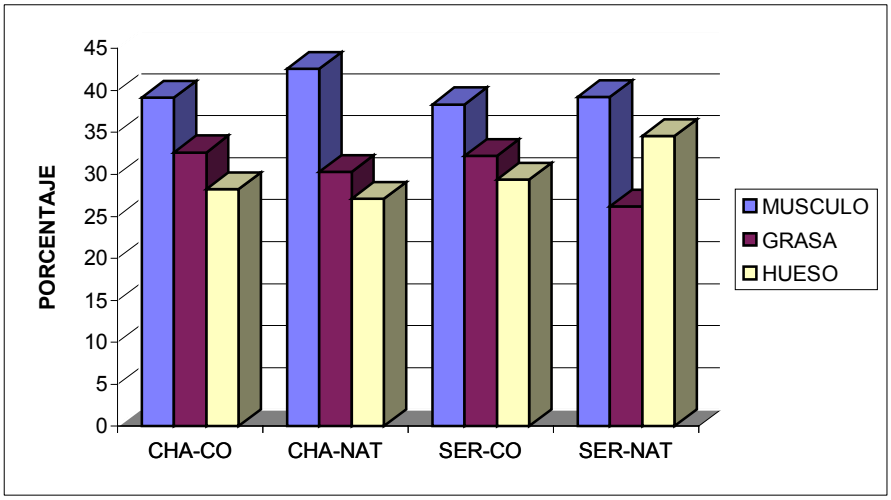
En la tabla 11 se expresa el porcentaje de músculo, grasa y hueso estimado a partir de la 10ª costilla, y en la figura 8 se representa gráficamente

Tabla 11: Composición tisular (por 100) del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural y niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
Músculo	39,15 ± 5,76	42,60 ± 3,84	38,34 ± 6,44	39,21 ± 6,10	NS	NS
Grasa	32,62 ± 6,51	30,28 ± 2,83	32,22 ± 6,49	26,20 ± 4,25	NS	NS
Hueso	28,23 ± 5,37	27,12 ± 3,18	29,44 ± 3,48	34,59 ± 4,68	**	NS

(NS: no significativo, p>0,05; **p<0,001)

Figura 8: Composición tisular de las canales de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.



BIBLIOTECA VIRTUAL

Se ha encontrado una correlación negativa entre la nota de conformación y el porcentaje de hueso (r= -0,36, p< 0,03). Se observa un mayor porcentaje de músculo en la raza Charolés y un mayor porcentaje de hueso en la raza Serrana, aunque sólamente existen diferencias significativas (p<0,001) en el porcentaje de hueso por efecto de la raza. Esta observación está en consonancia con los resultados del trabajo desarrollado por Albertí et al., (1997) con siete razas españolas, quienes encuentran en las razas rústicas un mayor porcentaje de hueso, menor de músculo y mayor de grasa. En el presente estudio también se aprecia un menor porcentaje de músculo en la raza Serrana, pero no mayor de grasa. Esto puede explicarse debido a que los terneros de raza Charolés se sacrificaron con un mayor peso, hecho que no se contempla en el caso de los autores anteriormente citados, ya que sacrificaron todos los terneros al mismo peso.

Independientemente de lo anterior, y centrándonos en el efecto del tipo de pienso, se aprecia claramente como en las dos razas alimentadas con pienso natural, el porcentaje de músculo es mayor y menor el de grasa.

Se observa, en concordancia con lo expuesto por numerosos autores (Allen et al., 1968; Buttefield, 1974; Kirton, 1976), que a medida que aumenta el peso de la canal, disminuye el porcentaje de músculo y de hueso, mientras que aumenta el porcentaje de grasa, habiéndose encontrado una correlación entre el peso de la canal y el porcentaje de hueso (r= -

0,34, p< 0,05) y entre el peso vivo y el porcentaje de grasa (r= 0,38, p<0,05). También se han encontrado correlaciones entre los porcentajes de grasa y hueso (r= -0,44, p< 0,01), de grasa y músculo (r= -0,61, p< 0,001) y de músculo y hueso (r= -0,43, p<0,01).

2.6.- CONCLUSIONES PARCIALES DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

El rendimiento a la canal ha resultado superior en los animales que presentaban un mayor peso al sacrificio (raza Charolés). Este rendimiento presenta diferencias significativas (p<0,001) entre razas pero no en función del tipo de alimentación.

Se observan diferencias significativas (p<0,05, p<0,001) por efecto de la raza en el peso de la piel y de las patas, siendo la primera superior en la raza Serrana, a pesar de su menor peso al sacrificio por tratarse de una raza rústica.

La nota de conformación presenta diferencias significativas (p<0,001) tanto por el efecto de la raza como por el efecto del tipo de pienso, correspondiendo una nota "U" a las canales de raza Charolés y "R" a las de Serrana. Se observa que aquellas canales de rendimientos más elevados poseen una mejor conformación que las que presentan menores rendimientos. En cuanto al efecto de la alimentación, en ambas razas se ha observado una mejor conformación cuando se trata animales que han consumido el pienso comercial. En la misma línea se encuentra el estado de engrasamiento, presentando diferencias significativas (p<0,001) por el efecto de la raza, pero no por el efecto del pienso.

En las canales peor conformadas, predominan las medidas de longitud sobre las de anchura, mientras que en las canales mejor conformadas ocurre lo contrario, encontrándose correlaciones positivas entre la nota de conformación y el perímetro de la pierna y entre el rendimiento a la canal y el perímetro de la pierna. También se han encontrado diferencias significativas por efecto de la raza y del tipo de pienso en las medidas de profundidad de pecho (PP) y de perímetro de pierna (PPI), siendo ambas más elevadas en la raza Charolés. No se han encontrado diferencias significativas en las medidas de longitud, ni por efecto de la raza, ni de la alimentación.

No se han encontrado diferencias significativas en cuanto al espesor de la grasa dorsal (EGD), sin embargo, en cuanto al peso de la grasa pélvicorrenal (GPVR), hay diferencias significativas debidas al efecto del tipo de pienso, existiendo una correlación positiva entre los contenidos de grasa pélvicorrenal y de grasa total a nivel de la canal.

En cuanto a las pérdidas por oreo, hay diferencias significativas debido al efecto de la raza, pudiéndose afirmar que éstas han sido superiores en las canales de menor peso y de menor espesor de grasa dorsal. existiendo correlación negativa entre ambos parámetros

Los valores medios de pH final de la carne, son acordes con los esperados (5,42-5,56). Se aprecian diferencias significativas en el valor del pH debido al efecto de la raza, siendo superior el valor obtenido en la raza Charolés.

Se observa un mayor porcentaje de músculo en la raza Charolés y un mayor porcentaje de hueso en la raza Serrana, aunque sólamente existen diferencias significativas en el porcentaje de hueso por efecto de la raza. Se observa como en las dos razas alimentadas con pienso natural, el porcentaje de músculo es mayor y menor el de grasa. Se observa que a medida que aumenta el peso de la canal, disminuye el porcentaje de músculo y de hueso, mientras que aumenta el porcentaje de grasa, habiéndose encontrado una correlación entre el peso de la canal y el porcentaje de hueso y el de grasa.

3.- CALIDAD DE LA CARNE

3.1. ANÁLISIS INSTRUMENTAL

Basándonos en técnicas y métodos laboratoriales, se han determinado de forma objetiva una serie de parámetros que determinan la calidad de la carne, y que a continuación se comentan.

3.1.1 Composición química

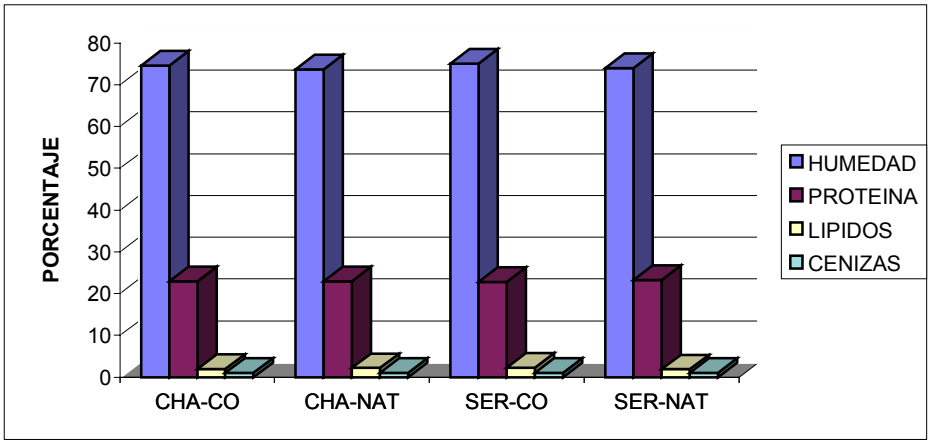
En la tabla 12 se expresa la composición química estimada a partir del *Longissimus dorsi* de la 13º costilla y en la figura 9 se representa gráficamente.

Tabla 12: Composición química (por 100 de muestra húmeda) del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural y niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		SERRANA		SIGNIFICACIÓN	
	COMERCIAL n = 10	NATURAL n = 10	COMERCIAL n = 10	NATURAL n = 9	RAZA	PIENSO
HUMEDAD	74,55	73,70	75,10	73,93	NS	*
PROTEINA	22,96 ± 0,68	22,99 ± 0,56	22,79 ± 0,70	23,23 ± 0,32	NS	NS
LIPIDOS	1,96 ± 0,43	2,20 ± 0,69	2,32 ± 0,68	1,90 ± 0,67	NS	NS
CENIZAS	1,02 ± 0,03	1,04 ± 0,14	1,00 ± 0,03	1,03 ± 0,02	NS	NS

(NS: no significativo, p>0,05; *p<0,05)

Figura 9: Composición química del músculo del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.



BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Los resultados obtenidos son acordes con lo esperados a nivel del músculo *longissimus dorsi*, para la carne de vacuno (72-75 por 100 de humedad, 21-24 por 100 de proteina, 1-3 por 100 de grasa y del orden de 1 por 100 de cenizas; Honikel y Hamm, 1994). Se observan mayores contenidos de humedad en la carne de los animales alimentados con pienso comercial, siendo significativo el efecto pienso, pero no el efecto raza. Mamaqui (1996) encuentra diferencias significativas en el contenido de materia seca en terneros de razas Parda y Pirenaica tanto por efecto de la raza como de la alimentación. Por diversos autores (Davis et al., 1979; Rhee et al., 1988, Wisnmer-Pedersen, 1994; Lizaso, 1998) ha sido observada una correlación negativa significativa entre el contenido en humedad y el contenido en grasa, tendencia que se observa en el presente estudio en la raza Charolés aunque no de forma significativa.

No se han encontrado diferencias significativas ($p>0,05$) en la composición química de la materia seca ni por efecto de la raza, ni del tipo de pienso, sin embargo en el porcentaje de lípidos se aprecian diferencias tanto por la raza como por la alimentación, resultando superior en la raza Charolés que consumió pienso natural, mientras que en la raza Serrana es más elevado en los animales que consumieron pienso comercial. En este último lote de animales, se observa una clara relación entre el porcentaje de lípidos a nivel intramuscular y el porcentaje de grasa en la canal (composición tisular) coincidiendo con la afirmación de López-Bote (1992), hecho que sin embargo no se reproduce en la raza Charolés.

Algunos autores (Moss et al., 1983; Brackebusch et al., 1991; Lizaso, 1998) han descrito correlaciones negativas entre el contenido proteico y el de grasa, tendencia observada en la raza Serrana aunque no de forma significativa, en la que también se aprecia un mayor contenido en lípidos que en la raza Charolés debido probablemente a la mayor precocidad de la primera.

Se han encontrado correlaciones positivas entre el contenido en grasa intramuscular y el contenido en grasa pélvicorrenal ($r=0,41$, $p<0,05$) y el contenido en grasa de la canal ($r= 0,42$, $p<0,01$).

3.1.2.- Indice de iodo de la grasa

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

El índice de iodo, nos indica el grado de insaturación de la grasa y se define como los gramos de iodo fijados por cada 100 g de grasa.

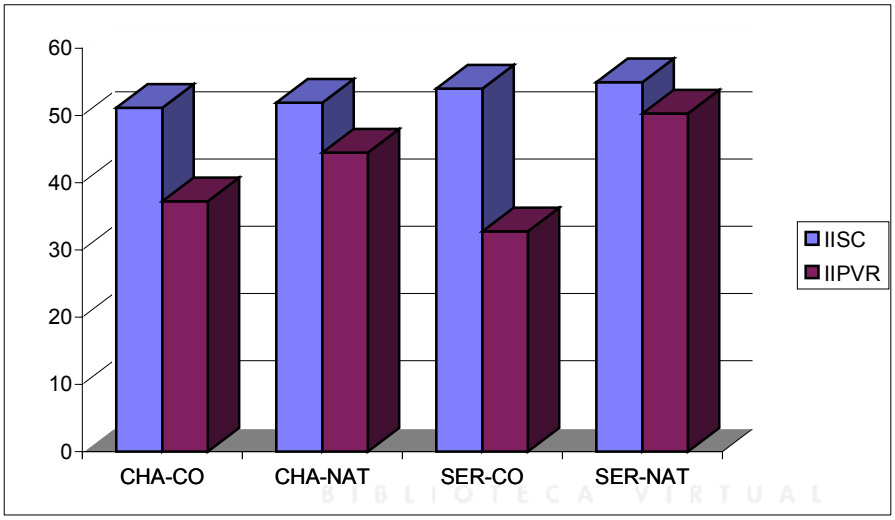
A partir de muestras de grasa de diferentes depósitos se ha calculado el índice de iodo como indicador del grado de saturación de éstas, exponiéndose los resultados en la tabla 13 y su representación gráfica en la figura 10

Tabla 13: Valores de los índices de iodo (por 100) de la grasa subcutánea y pélvicorrenal de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
IISC	51,21 ± 6,65	51,93 ± 4,57	54,01 ± 4,96	54,97 ± 5,44	NS	NS
IIPVR	37,27 ± 11,51	44,50 ± 7,91	32,78 ± 8,76	50,30 ± 3,45	NS	**

(NS: no significativo, $p>0,05$; *$p<0,05$)

Figura 10: Indice de iodo de grasa subcutánea y pelvicorrenal de las canales de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.



No se han encontrado diferencias significativas en el índice de iodo de la grasa subcutánea (IISC) ni por efecto de la raza ni por efecto del tipo de pienso, aunque los valores observados en la raza Serrana son ligeramente superiores. Sin embargo en el índice de iodo de la grasa pélvicorrenal (IIPVR) hay diferencias significativas por efecto del tipo de pienso, siendo superior en ambas razas alimentadas con pienso natural. Esto puede explicarse atendiendo a la composición de la grasa de los tipos de pienso, siendo más insaturada en el pienso natural que en el comercial, lo cual se ha podido traducir en los animales que han consumido el pienso natural en depósitos de grasa pélvicorrenal con un mayor grado de insaturación.

En cuanto al grado de saturación en función de la localización anatómica, los datos obtenidos están en consonancia con lo expuesto por López y Carballo (1991), pues afirman que el grado de saturación de la grasa depende de la localización anatómica siendo la subcutánea la más insaturada.

3.1.3.- Características del color

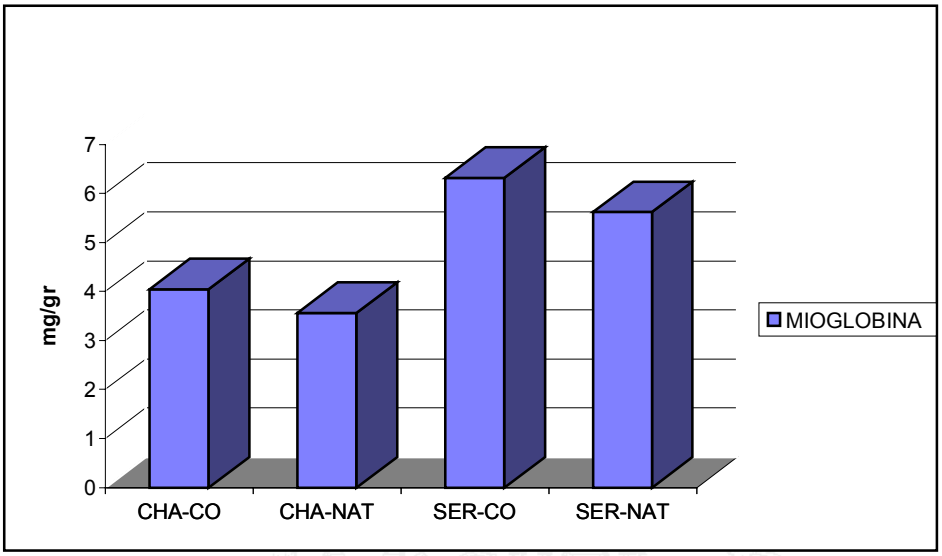
El color como parámetro definitorio de algunos aspectos de la calidad de la carne, es determinante en la decisión de compra del consumidor final. Para su determinación, se han utilizado métodos químicos y físicos. En la tabla 14 se expresan los valores del contenido en mioglobina y de las coordenadas L*a*b* y en las figuras 11 y 12 se representan gráficamente.

Tabla 14: Valores de la concentración de mioglobina (mg/g de carne fresca), de las coordenadas L*, a*, b* y del Croma y Tono del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural y niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
Mioglobina (mg/gr)	4,05 ± 0,56	3,56±0,63	6,32 ±1,00	5,62 ± 0,82	**	**
L*	42,21 ± 2,00	42,76±3,07	36,27 ±1,18	38,04±0 ,94	**	**
a*	20,84 ± 1,25	19,70±1,30	22,25 ±1,64	23,06 ± ,59	**	NS
b*	10,97 ± 0,82	10,53±0,79	10,43 ±1,06	10,97 ± ,04	NS	NS
C*	23,55 ± 1,43	22,35±1,43	24,57 ±1,91	25,54 ± ,85	**	NS
H*	27,49 ± 1,14	28,07±1,14	25,20 ±0,57	25,20±1,14	**	**

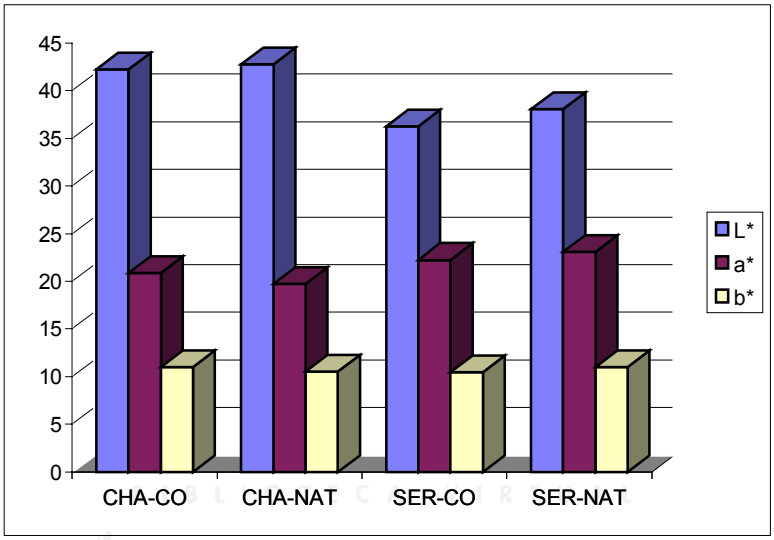
(NS: no significativo, p>0,05; **p<0,001)

Figura 11: Concentración de mioglobina (mg/gr carne fresca) del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.



Se han encontrado diferencias significativas en el contenido de mioglobina tanto por efecto de la raza como del tipo de pienso. El contenido en mioglobina en la raza Charolés está comprendido entre 3,56 y 4,05 mg/g, valores similares a los encontrados en otras razas por varios autores (Agullo et al., 1990; Mamaqui, 1996 y Lizaso, 1998). Se observan valores superiores en la raza Serrana que en la Charolés, debido a la mayor precocidad de la primera (Renerre y Valin, 1979; Boccard y Bordes, 1986) y en ambas razas el contenido es más elevado en los terneros que consumieron pienso comercial.

Figura 12: Coordenadas L*a*b* del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.



En la coordenada L* (luminosidad) también hay diferencias significativas por ambos efectos, correspondiendo los mayores valores a la raza Charolés, y dentro de cada raza, a los animales alimentados con pienso natural. Esta última afirmación no concuerda con autores que afirman que el efecto de la naturaleza de la alimentación en rumiantes no tiene capital importancia sobre las características cromáticas de la carne, debido posiblemente a los procesos transformativos que tienen lugar en el rumen (Hedrick et al., 1983; Albertí et al., 1992). Mamaqui (1996), tampoco encuentra diferencias significativas en los valores L*, a*, b* debidas al efecto de la alimentación, en terneros cebados con un pienso testigo y con pienso de mandioca y gluten feed. De acuerdo con los trabajos desarrollados por Preston y Willis (1974) y Pérez-Alvárez et al.,(1998), en la raza Charolés se aprecia que cuanto mayor es el contenido en grasa intramuscular, mayor es L*, algo que en la raza Serrana no ocurre, hecho también constatado por Mamaqui (1996).

Se observa una correlación negativa ($r= -0,85$, $p< 0,001$) entre la concentración de mioglobina y el valor de la coordenada L*, en la línea de los resultados encontrados por Renerre y Valin, (1979), Demos y Mandigo (1996) y Lizaso (1998). También se ha encontrado una correlación negativa entre la concentración de mioglobina y el tono ($r = - 0,84$, $p< 0,001$), como también encontraron Jeremiah et al., (1972), MacDougall (1982) y Lizaso (1998).

La coordenada a* (índice de rojo-verde) presenta diferencias significativas por efecto de la raza, siendo superior en la raza Serrana, pero no por efecto del tipo de pienso. En la raza Charolés se observa como aumenta el valor de a* en la carne con mayor contenido en mioglobina, tal y como han descrito Pérez-Alvárez et al., (1998), habiéndose encontrado una correlación positiva entre ambos parámetros ($r = 0,63$, $p<0,001$) al igual que Lizaso (1998) que observa valores de $r= 0,54$ ($p< 0,001$). También Kang et al, (1998) afirman que a medida que el valor de a* aumenta, disminuye el valor de L*, mientras que aumenta el contenido de mioglobina. Esta influencia de la mioglobina en el color de la carne es posible porque el pH final de todos los animales fue inferior a 6,0, ya que a valores de pH superiores la carne presenta un color oscuro independiente de la concentración de mioglobina (Renerre, 1981; Faustman y Cassens, 1990).

BIBLIOTECA VIRTUAL

La coordenada b* (índice de amarillo-azul) no presenta diferencias significativas ni por efecto de la raza ni de la alimentación, resultados coincidentes con los trabajos de Albertí et al., (1995) los cuales encontraron diferencias significativas por efecto de la raza en los valores de a* y de L*, pero no en los valores de b*.

Los valores de a* son superiores a los encontrados por Lizaso et al. , (1997), en la raza Pirenaica, mientras que los valores de b*, son inferiores a los encontrados por estos autores.

El valor de C* presenta diferencias significativas por efecto de la raza, siendo mayor en la raza Serrana, pero no se observan diferencias por efecto de la alimentación.

El valor de H* presenta diferencias significativas por ambos efectos, siendo superior en la raza Charolés, y en ambas razas, en los animales que consumieron el pienso natural.

3.1.4.- Características reológicas de la carne

Los parámetros analizados en este apartado, CRA (expresado como porcentaje de jugo expelido), textura (resistencia al corte) y colágeno total (por 100 de materia fresca), son valores objetivos que dan idea de la calidad de la carne, en términos de jugosidad y terneza

principalmente, cualidades consideradas prioritarias en el momento de su consumo. En la tabla 15 se expresan los resultados obtenidos y en las figuras 13, 14 y 15 se representan gráficamente.

Tabla 15: Valores de capacidad de retención de agua (expresada como porcentaje de jugo expelido), textura (expresada como resistencia al corte en kg/cm^2) y colágeno total (expresado en porcentaje sobre materia húmeda) del músculo *Longissimus dorsi* de terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

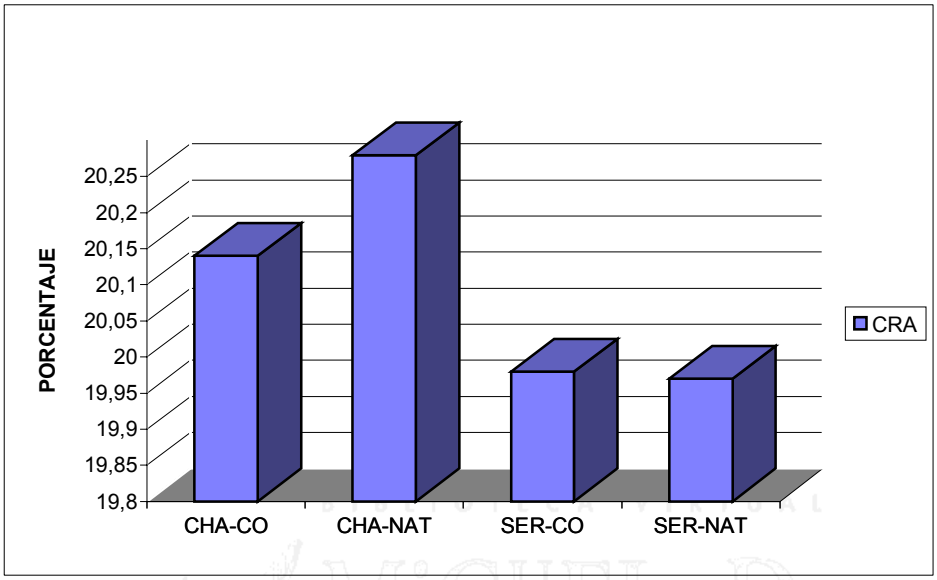
	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
CRA	20,14 ± 2,25	20,28±1,64	19,98 ± 1,64	19,97±0,96	NS	NS
Textura	6,31 ± 1,46	5,76 ± 1,12	7,21 ± 1,00	7,68 ± 1,97	*	NS
Colágeno	0,51 ± 0,02	0,50 ± 0,03	0,51 ± 0,01	0,50 ± 0,03	NS	NS

(NS: no significativo, p>0,05; *p<0,05)

3..1.4.1.- CRA

La capacidad de retención de agua se ha determinado por el método de la presión, descrito por Grau y Hamm (1953) y por tanto los resultados se expresan como porcentaje de jugo expelido.

Figura 13: CRA (porcentaje de jugo expelido) del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.



Los valores de CRA expresados como porcentaje de jugo expelido, no presentan diferencias significativas ni por efecto de la raza ni por efecto de la alimentación. Esto concuerda con Albertí et al., (1995) ya que no encuentran diferencias significativas en la CRA ni por el efecto raza, ni por el efecto tipo de alimentación en la carne procedente de terneros de razas Parda y Pirenaica, alimentados con un pienso testigo y con un pienso de mandioca y gluten feed. Sin embargo, estos mismos autores encuentran diferencias significativas en la CRA de la carne procedente de terneros de seis razas españolas. Espejo et al., (1998) en un trabajo realizado con terneros de raza Retinta y cruce de ésta con Limusín y Charolés, alimentados con pasto y concentrado, encuentran diferencias significativas en los valores de la CRA debidas al efecto raza, pero no al tipo de alimentación.

No obstante, en el presente estudio, se aprecian mayores valores en la raza Charolés, luego la CRA es menor que en la raza Serrana. Esta afirmación coincide con lo observado por Monin (1991), según el cual, la CRA tiende a disminuir cuando aumenta el desarrollo muscular. En cualquier caso, los valores en ambas razas están en la línea de los resultados obtenidos en otras, 19,32 por 100 en la raza Pirenaica, (Lizaso et al., 1997).

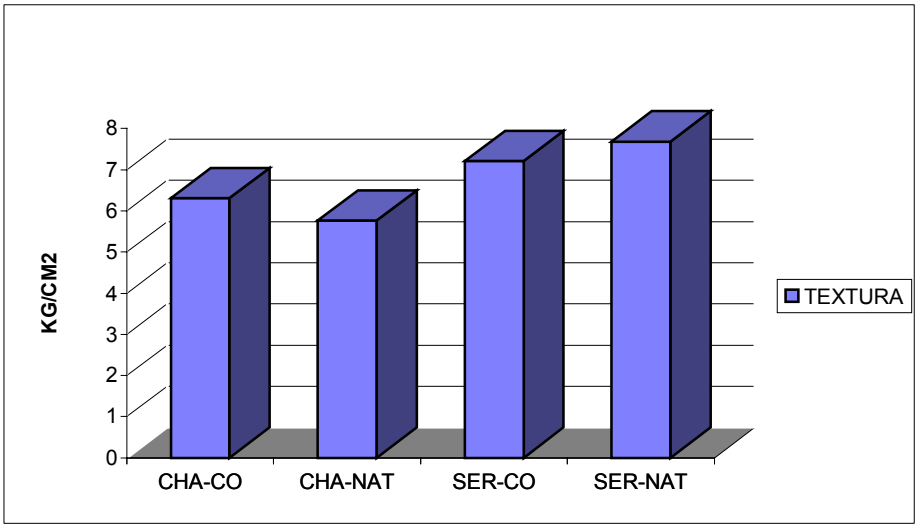
Algunos autores (Hamm, 1960, Mamaqui, 1996, Lizaso, 1998) han encontrado una mayor CRA al aumentar el contenido en grasa, fenómeno que no ha sido observado en este estudio, aunque si se observan mayores valores en la carne de raza Serrana. Otros (Hamm, 1986; Offer y Knight, 1988) indican que el pH final puede tener una influencia significativa en la CRA de la carne ya que determina las cargas eléctricas de las proteinas y por tanto la capacidad de éstas para retener el agua. En nuestro caso, no se han encontrado diferencias significativas, quizás porque los valores de pH final oscilaron entre 5,42 y 5,56, muy próximos al punto isoeléctrico de las proteinas musculares (pH= 5,5) e inferior a 6,0 (Guignot et al., 1992) y en la línea de los resultados obtenidos por Lizaso (1998), que no encuentra ninguna relación entre el valor del pH final y la CRA de la carne de terneros machos y hembras de razas Pirenaica y Frisona.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

3.1.4.2.- Resistencia al corte

La dureza expresada como resistencia al corte, es uno de los parámetros que nos pueden orientar acerca de la calidad de la carne (terneza), pues es de los más determinantes en el grado de aceptabilidad por parte del consumidor (Dransfield, 1994; Takahashi, 1996; Tornberg, 1996).

Figura 14: Resistencia al corte (kg/cm^2) del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.



BIBLIOTECA VIRTUAL

Los resultados de resistencia al corte determinado por el método de Warner-Bratzler permiten clasificar la misma en cinco grupos de dureza: muy dura (>10 kg), dura, ligeramente dura, tierna y muy blanda (< 3 kg) (Bendall, 1984). Atendiendo a esta clasificación se puede considerar la carne de los animales estudiados como ligeramente dura, ya que los valores oscilan entre 5,76 y 7,68, correspondiendo los menores valores a la raza Charolés (6,31 y 5.76) y los mayores a la raza Serrana (7,21 y 7,68), existiendo diferencias significativas entre los mismos por efecto de la raza.

Por efecto del tipo de pienso, se aprecian mayores valores, aunque sin diferencias significativas, en la raza Charolés que consumió el pienso comercial, mientras que en la raza Serrana los valores más elevados se dan en los animales alimentados con pienso natural. Estos resultados pueden estar en concordancia con el contenido en grasa intramuscular, ya que en los cuatro lotes se verifica que al aumentar la cantidad de grasa intramuscular, disminuye el valor de resistencia al corte, como ha sido apuntado por Tatum et al., (1982).

Albertí et al., (1995) encuentran diferencias significativas en este parámetro por efecto de la raza, en el estudio llevado a cabo con seis razas españolas, afirmando que aquellos animales que presentaron una mayor ganancia media diaria de peso, tuvieron menor CRA y mayor dureza, hecho que en el presente estudio no ocurre en lo que respecta a la dureza,

aunque si en lo que respecta a la CRA, debido, probablemente, a que la canal procedente de la raza Serrana podría necesitar mayor tiempo de maduración, como ocurre en otras razas autóctonas españolas y las razas lecheras (Lizaso, 1998). En la misma línea, Espejo et al., (1998), observan que la carne de animales de las razas Retinta x Charolés y Retinta x Limusín es más tierna que la procedente de terneros de raza Retinta en pureza.

Dentro de cada raza, se puede apreciar cómo a medida que aumenta el espesor de la grasa dorsal, disminuye la dureza, encontrándose una correlación entre ambos parámetros ($r= -0,39$, $p<0,05$) debido a que este mayor engrasamiento subcutáneo previene el acortamiento por el frío, tal y como ha sido afirmado por Smith et al., (1976), Mamaqui (1996) y Sañudo et al., (1997). También se ha observado una correlación positiva entre la dureza y las pérdidas por oreo ($r= 0,47$, $p<0,01$).

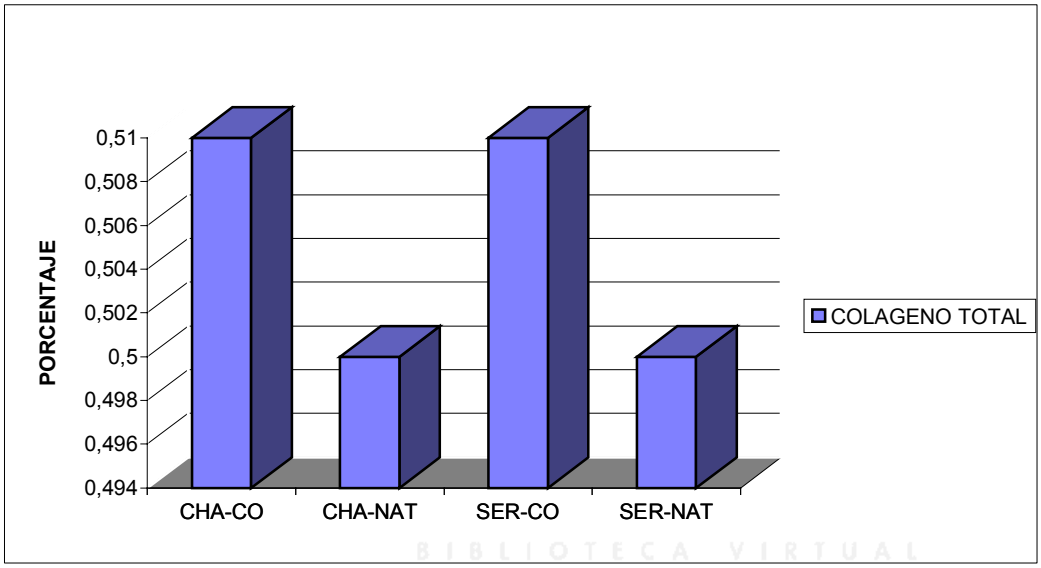
La dureza también parece estar relacionada con el rendimiento a la canal y la conformación, habiéndose encontrado correlaciones negativas con ambos parámetros, siendo éstas de $r=-0,42$ ($p<0,01$) y $r= -0,47$ ($p<0,01$), respectivamente.

En cuanto al efecto del pH sobre la dureza, algunos autores describen tres intervalos de pH final: normal (< 5,8), intemedio (5,8-6,2) y alto (> 6,2), en los que la carne presenta distinto grado de dureza. En este estudio los valores del pH siempre fueron menores de 5,8, si bien con diferencias significativas entre razas, correspondiendo los mayores valores de pH con los menores de resistencia al corte, ambos en la raza Charolés.

3.1.4.3.- Colágeno total

Los resultados obtenidos están dentro de los valores descritos por la bibliografía, que oscilan entre 0,3 y 1,2 por 100.

Figura 15: Porcentaje de colágeno del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana, alimentados con pienso comercial y natural.



No se han encontrado diferencias significativas en el contenido de colágeno total ni por efecto de la raza, ni por efecto del tipo de pienso y el contenido de colágeno total en ambas razas, es notablemente superior a los obtenidos en otras, como es el caso de la raza Pirenaica que con el mismo tiempo de maduración, presenta un contenido de 0,38 por 100 (Lizaso et al., 1997).

Coincidiendo con estos autores y con Cross et al., (1973), Seideman et al., (1987) y Lizaso, (1998), tampoco en el presente estudio se observa una relación directa entre el contenido de colágeno y la resistencia al corte, a pesar de que se acepta que a menor contenido la carne es más tierna (Young et al., 1993 y Dransfield, 1994). Quizás hubiera sido necesaria la determinación de colágeno soluble e insoluble, aunque Shackelford et al., (1992) comparando distintas razas encontraron que el contenido total de colágeno muscular era significativamente diferente pero no lo eran los porcentajes de colágeno soluble. No obstante, se observa en este estudio, coincidiendo con diversos autores (Leander et al., 1978; Aberle et al., 1981; Hall y Hunt, 1982; Mamaqui, 1996) que cuanto mayor es la velocidad de crecimiento, menor es la dureza, debido probablemente a la mayor proporción de colágeno soluble neoformado.

3.1.5.- Conclusiones parciales del análisis instrumental de las características de la carne

Los resultados obtenidos en cuanto a la composición química, son acordes con los esperados a nivel del músculo *Longissimus dorsi*, para la carne de vacuno Se observan mayores contenidos de humedad en la carne de los animales alimentados con pienso comercial, siendo significativo el efecto pienso, pero no el efecto raza.

No se han encontrado diferencias significativas en la composición química de la materia seca ni por efecto de la raza, ni del tipo de pienso, sin embargo en el porcentaje de lípidos se aprecian diferencias tanto por la raza como por la alimentación, resultando superior en la raza Charolés que consumió pienso natural, mientras que en la raza Serrana es más elevado en los animales que consumieron pienso comercial.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Se han encontrado correlaciones positivas entre el contenido en grasa intramuscular, el contenido en grasa pélvicorrenal y el contenido en grasa de la canal.

No se han encontrado diferencias significativas en el índice de iodo de la grasa subcutánea (IISC) ni por efecto de la raza ni por efecto del tipo de pienso, aunque los valores observados en la raza Serrana son ligeramente superiores. Sin embargo en el índice de iodo de la grasa pélvicorrenal (IIPVR) hay diferencias significativas por efecto del tipo de pienso, siendo superior en ambas razas alimentadas con pienso natural. En cuanto al grado de saturación en función de la localización anatómica, es la subcutánea la más insaturada.

Se han encontrado diferencias significativas en el contenido de mioglobina tanto por efecto de la raza como del tipo de pienso, correspondiendo los mayores valores a la raza Serrana y a los animales que consumieron pienso comercial.

El efecto raza, tiene influencia sobre las coordenadas L* y a*, mientras que el efecto pienso no parece influir en ninguna de ellas (L*, a*, b*).

Se observa una correlación negativa entre la concentración de mioglobina, el valor de la coordenada L*, y el tono y una correlación positiva con el valor de la coordenada a*.

Los valores de CRA expresados como porcentaje de jugo expelido, no presentan diferencias significativas ni por efecto de la raza ni por efecto de la alimentación, aunque se aprecian mayores valores en la raza Charolés.

Se puede considerar la carne de los animales estudiados como ligeramente dura, ya que los valores oscilan entre 5,76 y 7,68, correspondiendo los menores valores a la raza Charolés (6,31 y 5.76) y los mayores a la raza Serrana (7,21 y 7,68), existiendo diferencias significativas entre los mismos por efecto de la raza. Dentro de cada raza, se puede apreciar cómo a medida que aumenta el espesor de la grasa dorsal, disminuye la dureza, encontrándose una correlación negativa entre ambos parámetros debido a que este mayor engrasamiento subcutáneo previene el acortamiento por el frío.

BIBLIOTECA VIRTUAL

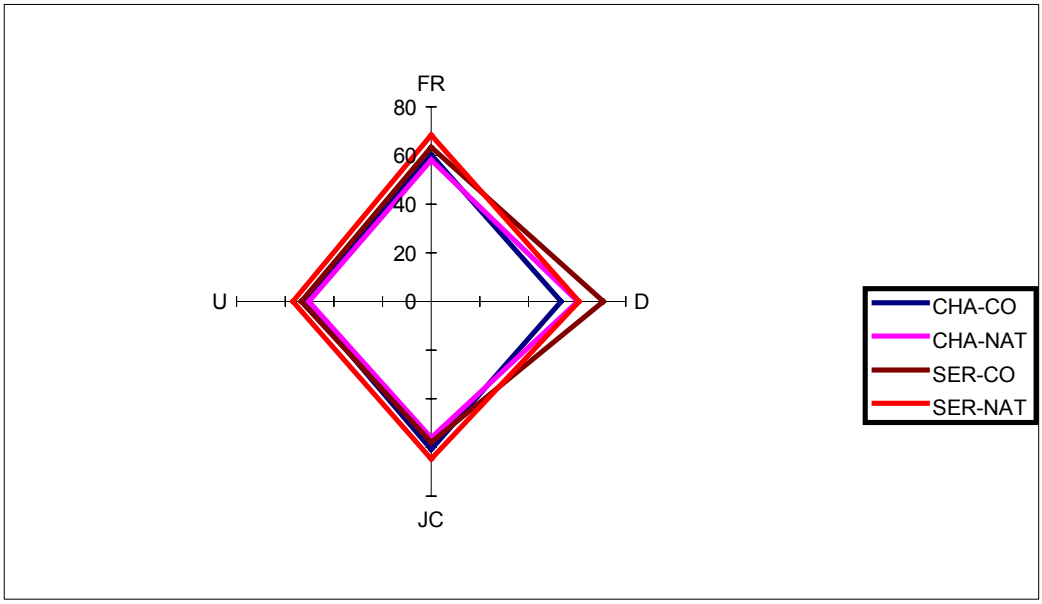
No se han encontrado diferencias significativas en el contenido de colágeno total ni por efecto de la raza, ni por efecto del tipo de pienso, observándose que cuanto mayor es la velocidad de crecimiento, menor es la dureza, debido probablemente a la mayor proporción de colágeno soluble neoformado.

3.2- ANÁLISIS SENSORIAL

El consumidor, acepta o rechaza la carne de acuerdo a la sensación que experimenta al observarla y/o al ingerirla, evaluando la calidad sensorial del alimento. Estas propiedades sensoriales son las características que se perciben por los sentidos, siendo el resultado de la interacción entre el alimento y el consumidor. Consideramos que estas percepciones van a influir de forma notable en la decisión de consumo. No obstante, a pesar de la importancia de las características organolépticas de la carne, los métodos de preparación y técnicas de cocinado pueden llegar a ser el principal determinante de las mismas de acuerdo a los gustos del consumidor (Preston y Willis, 1974).

En las tablas 16, 17, 18 y 19 se expresan los resultados obtenidos y en la figura 16 se representa gráficamente aquellos parámetros en los que se han encontrado diferencias significativas.

Figura 16: Resultados de flavor residual (FR), dureza (D), jugosidad continuada (JC) y untuosidad (U) deteminados en el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) a partir del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural.



A la vista de los resultados obtenidos, vamos a realizar la discusión basándonos en las tendencias intentando explicar las pequeñas diferencias que se aprecian.

3.2.1.- Aroma

El término aroma (olor del alimento) está ligado a la existencia de compuestos volátiles que se le liberan por efecto del calentamiento.

Tabla 16: Resultados de las características del aroma determinado en el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) a partir del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		SERRANA		SIGNIFICACIÓN	
	COMERCIAL n = 10	NATURAL n = 10	COMERCIAL n = 10	NATURAL n = 9	RAZA	PIENSO
AC	80,99 ± 20,60	72,14 ± 7,81	70,42 ± 6,82	67,16± 9,42	NS	NS
AH	37,02 ± 10,52	36,54 ± 6,16	35,31 ± 6,23	43,32±14,35	NS	NS

(NS: no significativo)

En cuanto al aroma característico, se aprecian mayores valores en la raza Charolés que en la raza Serrana y en ambos casos en la carne de los animales alimentados con pienso comercial. Por el contrario el aroma a hígado, no muestra una tendencia clara ni por efecto raza ni por efecto alimentación, obteniéndose los mayores valores en la carne de animales de raza Serrana que consumieron pienso natural y los menores en esta misma raza, cuando consumieron pienso comercial. Ambos parámetros, considerados conjuntamente equiparables al olor global descrito por Campo et al., (1997) en su trabajo con 7 razas españolas, están en concordancia con sus resultados al no existir diferencias significativas por efecto de la raza. Tampoco encuentran diferencias significativas en ninguno de los dos parámetros Gorraiz et al., (1997) entre las carnes de machos y hembras de raza Pirenaica tras 7 días de maduración. Mamaqui (1996) no encuentra diferencias significativas entre el olor, intensidad y calidad de aroma en carnes procedentes de razas Parda Alpina y Pirenaica por efecto de la raza, encontrando únicamente diferencias significativas en el olor por efecto de la dieta en el olor.

No se han encontrado correlaciones significativas entre estos parámetros y otros valores obtenidos en el análisis sensorial e instrumental.

3.2.2.- Flavor

El flavor como particularidad y aunque se puede analizar por métodos químicos y físicos más o menos complejos tiene una deficiente interpretación instrumental por lo que es obligada la utilización del análisis sensorial (Sañudo, 1992). En su evaluación se pueden tener en cuenta dos aspectos, la calidad de ese olor destacando o no sensaciones desagradables (Santolaria, 1993).

Tabla 17: Resultados de las características del flavor medido en el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) a partir del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
FC	67,92 ± 8,25	68,78 ± 8,72	71,67 ± 10,91	67,97±13,05	NS	NS
FS	55,06 ± 8,71	58,62 ± 9,16	58,17 ± 11,37	62,06±11,25	NS	NS
FH	35,69 ±12,08	37,15 ± 8,99	37,92± 8,76	42,07±10,67	NS	NS
FG	45,26 ± 9,26	44,00 ± 6,48	50,04 ± 10,83	52,16±8,33	NS	NS
FR	60,33 ± 8,14	58,15 ± 8,00	63,54 ± 10,10	68,42±5,22	*	NS

(NS: no significativo, p>0.05; * p<0,05)

En el flavor característico no se observan diferencias significativas ni por efecto raza ni pienso, obteniéndose los valores ligeramente superiores en la carne de animales de raza Serrana que consumieron pienso comercial. En el flavor a sangre tampoco existieron diferencias significativas por ambos efectos, aunque se observa una tendencia a valores superiores en la raza Serrana y en ambas razas en los animales alimentados con pienso natural. En cuanto al flavor a hígado se observa la misma tendencia. Tanto en el flavor a hígado como en el flavor a sangre se han encontrado los mayores valores en la carne de los animales de raza Serrana que consumieron pienso natural, al igual que ocurre con el aroma a hígado.

En el flavor a grasa se observan diferencias apreciables aunque no significativas, correspondiendo los valores más elevados a la carne de la raza Serrana. Sólamente se han encontrado diferencias significativas en el flavor residual por efecto de la raza, siendo también superior en la raza Serrana.

Se observan correlaciones positivas entre el flavor a grasa y el flavor característico ($r= 0,37$, $p< 0,05$), y el flavor residual ($r= 0,52$, $p< 0,001$). Asimismo existe una correlación positiva, aunque baja ($r=0,33$, $p<0,05$) entre el flavor residual y el engrasamiento, lo que indica la influencia del contenido en grasa sobre el flavor. Esto explicaría la mayor puntuación del flavor en la raza Serrana, que podría estar relacionado con la tendencia a un mayor estado de engrasamiento, concordando con lo expuesto por algunos autores (Preston y Willis, 1974; Hankey et al., 1988), que afirman que las diferencias en la intensidad del flavor es probable que se deban a los distintos niveles de engrasamiento.

También se ha encontrado correlación entre el flavor a sangre y el flavor a hígado ($r=0,36$, $p<0,05$).

Santolaria (1993) no encuentra diferencias significativas en el flavor por efecto de la raza, en añojos de razas Parda Alpina y Pirenaica, aunque sí por efecto de la dieta. Mamaqui (1996) en estas mismas razas tampoco encuentra diferencias significativas ni por efecto de la raza ni de la dieta.

Gorraiz et al., (1997) no encuentran diferencias significativas en el flavor característico, flavor a hígado y flavor a sangre por efecto del sexo ni del tiempo de maduración, sin embargo encuentra diferencias significativas en el flavor a grasa y en el flavor residual por efecto del tiempo de maduración aunque no por el efecto sexo en animales de raza Pirenaica. Campo et al., (1997) no encuentran diferencias significativas en el flavor global, flavor a hígado y calidad de flavor por el efecto raza, aunque si por el efecto del tiempo de maduración en la carne procedente de 7 razas españolas.

3.2.3.- Jugosidad

Según diversos autores, la jugosidad de la carne está condicionada a la CRA especialmente durante los primeros momentos de masticación. Sin embargo el contenido de grasa intramuscular es responsable de la sensación de jugosidad continuada, causada al parecer por el efecto estimulante de la grasa sobre la secreción de saliva. Puesto que esta última sensación perdura más que la primera, se ha llegado a la conclusión de que la jugosidad está más relacionada con el contenido graso de la carne, que con la CRA.

Tabla 18: Resultados de las características de la jugosidad determinada en el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) a partir del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
JI	76,01 ± 13,00	72,37±8,49	65,50 ± 14,71	71,16±17,89	NS	NS
JC	60,79 ± 9,56	55,87±8,94	57,81 ± 14,02	64,80±14,85	NS	+

(NS: no significativo; + p<0,1)

No se observan diferencias significativas en la jugosidad inicial, ni por efecto raza ni por efecto pienso. Sin embargo se puede apreciar que la jugosidad inicial es ligeramente superior en la raza Charolés, aun siendo la CRA menor en esta raza. En la jugosidad continuada se han encontrado diferencias significativas (p<0,1) por efecto de la alimentación, observándose los mayores valores en la carne de animales de raza Serrana alimentados con pienso natural aunque es esta carne la que menor contenido en grasa intramuscular presenta. Sin embargo se ha encontrado una correlación positiva (r=0,41, p< 0,05) entre la jugosidad continuada y el flavor a grasa y también entre ésta y el flavor residual (r= 0,37, p< 0,05), lo que podría explicar la influencia de la grasa en la jugosidad continuada. También se han encontrado correlaciones entre el flavor característico y la jugosidad inicial (r=0,52, p< 0,001) y la jugosidad continuada (r= 0,59, p< 0,001) y entre la jugosidad inicial y la jugosidad continuada (r= 0,65, p<0,001).

Santolaria (1993), Mamaqui (1996) y Campo et al., (1997) no encuentran diferencias significativas en la jugosidad de la carne por efecto de la raza, aunque Mamaqui (1996) observa una tendencia hacia mayor jugosidad en terneros de raza Parda Alpina a pesar de que

el contenido en de la grasa en las canales, en la composición de la 10ª costilla y a nivel intramuscular era mayor en la raza Pirenaica.

Gorraiz et al., (1997) no encuentra diferencias significativas en la jugosidad inicial y en la jugosidad continuada por el efecto del sexo ni por el efecto del tiempo de maduración en carne de raza Pirenaica. Por el contrario Campo et al., (1997) sí observan diferencias significativas por efecto de la maduración en carne de 7 razas españolas.

En cuanto a la variación de la jugosidad por efecto del tipo de pienso, no se aprecia una tendencia clara en ambas razas, en concordancia con los resultados observados por Mamaqui (1996).

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

3.2.4.- Pefil de textura

En este apartado se van a comentar los resultados referentes a los parámetros de dureza, cohesividad, harinosidad, untuosidad y facilidad para tragar.

Tabla 19: Resultados del perfil de textura determinado por el análisis sensorial (medidos en una escala de 1 a 100) del músculo *Longissimus dorsi* de los terneros de razas Charolés y Serrana alimentados con pienso comercial y natural. Niveles de significación de los efectos raza y pienso.

	CHAROLÉS		**SERRANA**		**SIGNIFICACIÓN**	
	COMERCIAL n = 10	**NATURAL** n = 10	**COMERCIAL** n = 10	**NATURAL** n = 9	**RAZA**	**PIENSO**
D	53,46 ± 17,87	60,25 ± 14,71	70,74±17,24	60,82±24,15	NS	++
C	54,31 ± 20,22	55,99 ± 10,31	71,26±20,23	63,76±22,94	NS	NS
H	66,59 ± 20,13	65,89 ± 13,99	52,62±13,49	51,11±8,61	NS	NS
U	51,87 ± 7,64	50,17 ± 11,05	53,45 ± 6,93	56,66±7,49	+	NS
FT	61,51 ± 14,76	61,51 ± 11,51	57,76±18,52	65,51±18,86	NS	NS

(NS: no significativo, p>0.05; ++ p<0,01; + p<0,1)

No se han encontrado diferencias significativas en la dureza por efecto de la raza; sin embargo, hay diferencias significativas (p<0,01) por efecto de la dieta, si bien las tendencias parecen ser opuestas en una y otra raza por este efecto, ya que en la raza Charolés,la carne más

dura es la de los animales alimentados con pienso natural y en la Serrana, es la de los que consumieron pienso comercial, observándose que en los animales de ambas razas alimentados con pienso natural los valores son similares. Santolaria (1993), Mamaqui (1996) y Campo et al., (1997) no encuentran diferencias significativas por efecto de la raza en este parámetro, sin embargo los dos primeros autores observan alguna diferencia significativa por efecto de la dieta. Gorraiz et al., (1997) tampoco encuentran diferencias significativas por efecto del sexo en la raza Pirenaica aunque si por el tiempo de maduración, resultando más tierna a mayor tiempo de maduración, fenómeno éste también observado por Campo et al., (1997).

En este trabajo se ha encontrado una correlación entre la dureza medida por análisis sensorial y la dureza medida instrumentalmente como resistencia al corte ($r = 0,58$, $p< 0,001$), coincidiendo con lo observado por Bouton et al., (1975) que afirman que más del 75 por 100 de la variación en la terneza evaluada por un panel de degustadores entrenados, se podría explicar usando el método Warner-Braztler, valores de compresión y medidas de pérdidas por cocinado. En este sentido, también hay que apuntar la afirmación de Shackelford et al.,(1995), que opina que la correlación entre el panel de degustadores y la resistencia al corte en terneza, varía ampliamente con el tipo de músculo ($R^2= 0,0$ para *Gluteus medius* y $R^2= 0,73$ para el *Longissimus dorsi*).

En los valores de cohesividad no se han encontrado diferencias significativas por efecto de la raza ni por efecto de la alimentación, observándose valores superiores en la raza Serrana. Gorraiz et al., (1997) no encuentran diferencias significativas en este parámetro por efecto del sexo en la raza Pirenaica aunque si por efecto del tiempo de maduración.

En nuestro trabajo parece observarse una relación directa entre la dureza y la cohesividad tanto en cuanto a la raza como a la dieta, habiéndose encontrado una correlación positiva entre ambos parámetros ($r= 0,87$, $p< 0,001$). Asimismo se han encontrado correlaciones negativas entre la cohesividad y la jugosidad inicial ($r= -0,55$, $p< 0,001$) y la jugosidad continuada ($r= -0,51$, $p< 0,01$). También se observa una correlación entre la cohesividad y la resistencia al corte ($r= 0,52$, $p<0,01$) y entre la CRA(expresada en términos de jugo expelido) ($r= 0,40$, $p< 0,05$), lo que indica que cuanto menor es la CRA, mayor es la cohesividad y por tanto mayor dureza presenta la carne. Gorraiz et al., (1997), también encuentran una correlación positiva entre dureza y cohesividad.

En la harinosidad no se observan diferencias significativas por efecto de la raza, siendo superiores los valores encontrados en la raza Charolés, y tampoco se han encontrado diferencias significativas por efecto de la dieta. En ambas razas se aprecia una tendencia inversa entre la cohesividad y la harinosidad, encontrándose una correlación negativa ($r= -0,51$, $p< 0,01$). Gorraiz et al., (1997) encuentran diferencias significativas en la harinosidad por efecto del tiempo de maduración pero no por efecto del sexo, aunque observan mayores valores en la carne procedente de las hembras, encontrando también una correlación negativa entre la cohesividad y la harinosidad.

En cuanto a la untuosidad se observan diferencias significativas por efecto de la raza aunque no por efecto de la dieta, apreciándosen mayores valores en la raza Serrana, al igual que ocurre con el flavor a grasa. Gorraiz et al., (1997) no encuentran diferencias significativas ni por efecto del sexo ni del tiempo de maduración en animales de raza Pirenaica. Sin embargo en nuestro trabajo, se han encontrado correlaciones positivas entre la untuosidad y la jugosidad continuada ($r= 0,65$, $p< 0,001$), hecho que de alguna forma puede explicar la influencia de la grasa en la untuosidad.

No se observan diferencias significativas en la facilidad para tragar ni por efecto de la raza ni del tipo de pienso, siendo en la raza Charolés los valores similares en ambas dietas, mientras que en la raza Serrana son superiores en la carne de los animales que consumieron pienso natural. Gorraiz et al., (1997) tampoco encuentran diferencias significativas en este parámetro ni por efecto del sexo ni del tiempo de maduración.

Se han encontrado numerosas correlaciones entre la facilidad para tragar y otros parámetros como la CRA ($r= -0,34$, $p< 0,05$), la resistencia al corte ($r= -0,43$, $p< 0,01$), la cohesividad ($r= -0,79$, $p< 0,001$), la untuosidad ($r= 0,35$, $p< 0,05$), la dureza ($r= -0,82$, $p< 0,001$), la jugosidad inicial ($r= 0,55$, $p< 0,001$) y la jugosidad continuada ($r= 0,73$, $p< 0,001$), indicando el efecto positivo de la grasa sobre la facilidad para tragar, al igual que sobre otros parámetros que determinan la apreciación global de la calidad de la carne.

3.2.5.- CONCLUSIONES PARCIALES DEL ANÁLISIS SENSORIAL

En cuanto al aroma, no se observan diferencias significativas por el efecto raza ni por el efecto dieta, si bien se aprecian mayores valores en cuanto al aroma característico en la raza Charolés y en ambas razas en los terneros alimentados con pienso comercial.

Se observan valores superiores en el flavor a grasa y en el flavor residual en la carne de los animales de raza Serrana (diferencias significativas, $p<0,05$, en el último), sin embargo, no se observan diferencias significativas en el flavor característico ni por efecto raza, ni dieta.

Existen diferencias significativas en la jugosidad continuada por efecto de la alimentación aunque con tendencias opuestas en ambas razas.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Se han encontrado diferencias significativas en la dureza por efecto de la dieta, si bien las tendencias parecen ser opuestas en una y otra raza, observándose una tendencia bien distinta intrarraza, mientras que en los animales de ambas razas alimentados con pienso natural los valores son similares. Se ha encontrado una correlación entre la dureza medida por análisis sensorial y la dureza medida instrumentalmente como resistencia al corte.

No existen diferencias significativas ($p>0,05$) en la cohesividad y en la harinosidad, habiéndose encontrado una correlacion negativa entre ambos parámetros.

Se han encontrado diferencias significativas en la untuosidad por efecto de la raza, correspondiendo los mayores valores a la raza Serrana, tendencia observada igualmente en el flavor a grasa.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

VI.- CONCLUSIONES

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

VI.- CONCLUSIONES

Con el material y métodos empleados, y a partir de los resultados obtenidos en la presente Memoria, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1ª.- El crecimiento en la raza Charolés fue superior al observado en la raza Serrana y los índices de conversión, menores en la primera. En la raza Serrana los crecimientos se sitúan en torno a 1,3 kg/día y el índice de conversión entre 5,0 y 5,5.

2ª.- El efecto raza, tiene influencia en el rendimiento a la canal, en el peso de la piel, en la nota de conformación, en el estado de engrasamiento, en el predominio de medidas de anchura sobre las de longitud, en las pérdidas por oreo, en el pH final y en la composición tisular.

3ª.- Las canales mejor conformadas, son las de mayor peso, presentan mayor grado de engrasamiento y en ellas predominan las medidas de anchura sobre las de longitud. Asimismo, presentan menores pérdidas de peso por oreo, menor porcentaje de hueso y mayor de grasa.

4ª.- El efecto del tipo de alimentación, parece influir en el rendimiento a la canal, en la nota de conformación y en el peso de la grasa pélvicorrenal.

5ª.- En la raza Serrana, el rendimiento a la canal oscila entre el 56 y 58 por 100, correspondiendo una nota de conformación "R" y de estado de engrasamiento "2". Llama la atención el elevado peso de la piel, representando entre el 8,5 y 9,5 por 100 del peso vivo.

6ª.- El efecto raza no influye en la composición química de la carne, y el efecto dieta, sólamente en el contenido en humedad.

7ª.- La raza y la alimentación influyen en el color de la carne, estando relacionado el contenido en mioglobina y las coordenadas L* y a*.

8ª.- La raza y la alimentación no parecen influir en la CRA y en el contenido en colágeno total; sin embargo, el efecto raza influye en la dureza (resistencia al corte).

9ª.- La raza Serrana presenta más intensidad de color (mioglobina = 5,6- 6,3 mg/g de carne fresca) y mayor resistencia al corte (7,21- 7,68 kg/cm^2).

10ª.- El efecto raza influye significativamente en el flavor residual y en la untuosidad, mientras que el efecto dieta influye de forma significativa en la jugosidad continuada y en la dureza, resultando más jugosa y más tierna la carne de animales de raza Serrana que consumieron pienso natural.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALHUS, J.L.; HONES, S.D.M.; TONG, A.K.W.; JEREMIAH, L.E.; ROBERTSON, W.M.; GIBSON, L.L. (1992). The combined effects of time on feed, electrical stimultion and aging on beef quality. Can. J. Anim. Sci., 72: 3, 525-535.

ABERLE, E.D.; REEVES, E.S.; JUDGE, M.D.; HUNSLEY, R.E.; PERRY, T.W. (1981). Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: time on a high energy diet. J. Anim. Sci., 52: 4, 757-763.

ACKERSON, B.A.; JOHNSON, R.R.; HENDRICKSON, R.L. (1976). Effect of treatment of whole fat soybeans or soy flour with formaldehyde to protect the polyunsaturated fatty acids from biohydrogenation in rumen. J. Nutr. 106: 1883-1890.

AFNOR. (1987). Analyse sensorielle. Directives générales pour l´implantation de locaux destinés à l´analyse sensorielle.

AGUADO, J.A.; JIMENO, V. (1996). El subsector vacuno de carne a nivel mundial, de la U.E.-15 y de España. Cap. XI. Zootecnia: Bases de Producción Animal. Tomo VII. Coord. Buxadé, C. pp. 193-209.

AGULLO, E.; CENTURION, M.E.; RAMOS, V.; BIANCHI, M.A. (1990). Determination of total pigments in red meats. J. Food Sci., 55, 250.

AHMED, P.O.; MILLER, M.F.; YOUNG, L.L.; REAGAN, J.O. (1991). Journal of Foof Sci., 56 (6), 1484-1488.

AHUMADA, A. (1997). Razas bovinas extranjeras y cruzamientos. En “Vacuno de carne: aspectos claves”. Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 135-162.

ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C. (1987). Efecto del pastoreo y del acabado a pienso en la producción de terneros frisones nacidos en otoño. Evaluación de las canales y de la cantidad de carne. ITEA, 72: 57-64.

ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; LAHOZ, F.; JAIME, J.; TENA, R. (1988). Características de la canal y de la carne de terneros cebados con dietas forrajeras y suplementadas con distinta cantidad de pienso. ITEA 76, 3-14.

ALBERTÍ, P; ALENDA, R.; CABRERO, M. (1988). Datos no publicados recogidos en Zea y Díaz 1990.

ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P.; LAHOZ, F.; JAIME, J.; TENA, R. (1992). Efecto del empleo de alfalfa deshidratada en dietas de cebo de terneros sobre la calidad de la canal y de la carne. ITEA 88 A: 2, 158-168.

ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P. (1994). Sustitución de pienso por forrajes en el cebo de terneros de raza Parda y Pirenaica. Efecto sobre el sistema de produccción y en

las características de la canal de la carne. Curso Superior de Producción Animal (10 Enero -25 Marzo).

ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P., NEGUERUELA, Y.; OLLETA, J.L. MAMAQUI, E.; CAMPO, M.M.; ALVAREZ, F. (1995). Calidad de la carne de terneros de raza Parda Alpina y Pirenaica cebados con piendo rico en gluten feed y mandioca. VI Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 630-632.

ALBERTÍ, P. (1997). Sistemas de cebo en producción intensiva. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 315-329.

ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M.; FRANCO, J.; LAHOZ, F.; OLLETA, J.L. (1997). Características productivas de terneros de siete razas bovinas españolas. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 745-747.

ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C. (1997). Tipificación y factores que afectan a la calidad de la canal y de la carne de terneros Asturianos, Avileños, Moruchos, Pardos, Pirenaicos, Retintos y Rubio Gallegos. Informe final del proyecto INIA SC93-053.

ALBERTÍ, P:; SAÑUDO, C.; CAMPO, C.; FRANCO, M.M.; LAHOZ, J.; OLLETA, F. (1997). Características productivas de terneros de siete razas bovinas españolas. ITEA 18; II: 745-747.

ALLEN, D.M.; MERKEL, R.A.; MAGEE, W.T.; NELSON, R.H. (1968). Variation in some beef carcass compolitional characteristiques within and between selected weight and fat thickness ranges. J. Anim. Sci., 27, 1239-1246.

ALLEN, J.W. (1989). Nat. Provision, 201 (6), 8.

AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. (1965). Principles of sensory evaluation of food. Ed. Academic Press. Bew York. USA.

ANDERSEN, H.R.; INGVARTSEN, K.C.; KLASTRUP (1984). Influence of energy level, weight at slaughter and castration on carcass quality in cattle. Livest. Prod. Sci., 11: 571-586.

ANDERSEN, H.R.; KROHN, C.C.; FOLDAGER, J.; MUNKSGAARD, L. & KLASTRUP. S. (1991). Influence of housing and feeding on behaviour, feed intake, growth and carcass and meat quality. Report 700, Nat. Inst. of Anim. Sci., Tjele, Denmark.

ANDREWS, R.P.; ORSKOV, E.R. (1970). The nutrition of the early weatned lamb. II. The effect of dietary protein concentration, feeding level and sex on body composition at two live weights. J. Agr. Sci., 75: 19-26.

ANZALDÚA-MORALES, (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica . Ed. Acribia. Zaragoza. España.

APARICIO SANCHEZ, G. (1944). Zootecnia especial. Etnología compendiada. Descripción y estudio de razas nacionales y extranjeras. Córdoba. 242.

ARISTOY, M.C.; TOLDTRÁ, F. (1995). In: Food flavors: Generation, analysis and process influence (G. Charalambous, De.).

ARTHUR, P.F. (1995). Aust. J. Agric. Sci., 46: 1493-1515.

ASGHAR, A.; GRAY, J.I.; BUCKLEY, D.J.; PEARSON, A.M. & BOOREN, A.M. (1988). Perspectives on warmed-over-flavor. Food Technology, 42, 102-108.

AUGUSTIN, C.; TEMISAN, V.; KOGEL, J. (1992). Investigations on suitable sire breeds for commercial crossbreeding with German Brown cattle. 5. Meat quality of bulls and heifers. Zuchtungskunde. 64: 2, 136-147.

BADIANI, A.; STIPA, S.; BITOSSI, F.; MANFREDINI, m. (1998). Colur and shear value of beef semitendinosus muscle cooked by convection and microwave ovens. Proc. 44th ICOMST. 522-523.

BAGER, F.; PETERSON, G.V. (1983). The relative precision of different methods of measuring pH in carcass muscles. Nord. Vet. Med., 35:86.

BAILEY, A.J.; ENSER, M.B.; DRANSFIELD, E.; RESTALL, D.J.; AVERY, N.C. (1982). Martinous Nijhoff Publishers, The Hague. 178-203.

BAILEY, P.J.; COOK, G.L.; KEMPSTER, A.J.; SAINS, A.G. (1984). The estimation of killing out in cattle from knowledge of breed, and visual appraisal of external fat cover and conformation. Anim. Prod. Vol. 38: 391-398.

BAILEY, C.B.; LAWSON, J.E. (1989). Carcass and empty composition of Hereford and Angus bulls from lines selected for rapid growth on high-energy or low-energy diets. Can. J. Anim Sci., 69: 3, 583-594.

BARNIER, V.M.H.; KLONT, R.E.; VAN DIJK, A.; EIKELENBOOM, G.; HOVING BOLINK, A.H.; SMULDERS, F.J.M. (1998). Postmortem variation in pH, temperature and colour profiles of electrically stimulated veal carcasses in relation to preslaughter blood haemoglobin content. Proc. 44th ICOMST. 496-497.

BARRIADA, M; CASTRO, P.; MARTÍNEZ, A.; OSORO, K. (1993). Efecto del sistema de alimentación y del peso de sacrificio sobre las características de al canal de añojos de raza Asturiana de los Valles. ITEA, Vol. Extra, nº 12, 631-636.

BARTON, R.A.; KIRTON, A.H. (1958). Carcass weight as an index of carcass components with particular reference to fat. J. Agric. Sci. Camb., 50: 331-334.

BARTON, R.A. (1970). Consumer preferences and the classification and grading of beef carcasses. N. Zealand Beef production Processing and marketing. 423-443, N.Z. Institute of Agricultural Science.

BARTON-GADE, P.A.; DEMEYER, D.; HONIKEL, K.O.; JOSEPH, R.L.; PUOLANNE, E.; SEVERINI, M. SMULDERS, F.J.M.; TORNBERT, E. (1994). Final Version of Reference

Methods for water Holding Capacity in Meat and Meat Products; Procedures Recommended by an OECD Working Group and Presented at the 39th ICOMST in 1993. Proc. 40th ICOMST. The Hague, The Netherlands, File S-V. 05.

BASS, J.J.; ROBINSON, C.; COLOMER, F. (1977). Value of conformation in New Zealand Beef Grading. Proc. of the NZ Society of Animal Production. 37: 82-88.

BASS, J.J.; JOHNSON, D.L.; COLOMER-ROCHER, F.; BINKS, G. (1981). Prediction of carcass composition from carcass conformation in cattle. J. Agric. Sci. Camb., 93: 37.

BENDALL, J.R. (1973). Postmortem changes in muscle. In: G.H. Bourne (ed.), The Structure and Function of Muscle. Vol. 2 Pt. 2, 244-309. Academic Press, New York.

BENDALL, J.R. (1984). El estímulo eléctrico de los animales de abasto. En "Avances de la Ciencia de la Carne". Ed. Lawrie. R. Ed. Acribia. Zaragoza. Cap. 2, 57-83

BENITO, J.; LOPES DE TORRE, G.; MARTIN, M.; VASCO, P.; FERREFA, J.L. (1979). Comparación entre el cebo de terneros en establo y el cebo en praderas con suplementación a base de sorgo expandido. An. del INIA, Prod. Anim. nº 10: 157-167.

BENNET, G.L. (1988). Effects of dietary energy density on carcass composition and beef palatability characteristics. Beef Research Progress Report, Roman L. Hruska US Meat Animal Research Center. nº 3, 34-35.

BERG , R.T.; BUTTERFIELD, R.M. (1966). Bone ratio on fat percentage as measures of beef carcass composition. Anim Prod., 8, 1-11.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. (1976). New concepts of cattle growth. Ed. Sidney Univ. Press. Australia.

BERG , R.T.; ANDERSEN, B.B.; LIBOURIUSSEN, T. (1978). Growth of bovine tissues. Y. Genetic influences of growth patterns of muscle, fat and bone in young bulls. Anim. Prod., 26: 245-258.

BERG, R.T.; WALTERS, L.E. (1983). The meat animal: changes and challenges. J. Meat Sci. 57: 133-146.

BERGE, P.; SANCHEZ, A.; SEBASTIAN, I.; ALFONSO, M.; SAÑUDO, C. (1998). Lamb meat texture as influenced by animal age and collagen characteristics. Proc. 44th ICOMST. 304-605.

BERGE, P.; ERTBJERG, P.; MELCHIOR-LARSEN, L.; ASTRUC, T.; MOLLER, A.J. (1998). Proc. 44th ICOMST. 710-711.

BERGEN, W.G.; BATES, D.B. (1984). Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. Journal of Animal Science, 58: 1465-1483.

BERIAIN, M.J.; LIZASO, G.(1997).Calidad de la ca vacuno. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 493-510.

BIDNER, T.D.; SCHUPP, A.R.; MOHAMAD, A.B.; RUMORE, N.C.; MONTGOMERY, R.E.; BAGLEY, C.P.; MxMILLIN, K.W. (1986). Acceptability of beef from Angus-Hereford-Braham steers finished on all-forage or high-energy diet. J. Anim. Sci., 62: 381-387.

BLANCHARD, P.J.; CHADWICK, J.P.; WARKUP, C.C.; ELLIS, M: DEANS, G..A. (1995). The influence of rate of lean and fat tissue development on pork eating quality. Animal Science 60: 512.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. (1959). Canadian J. Bioch. Phys., 37, 911-917.

BOCCARD. R.; DUMONT, B.L. (1960). Étude de la production de la viande chez les ovins. II. Variation de l´importance relative des differentes régions corporelles de l´agneau de boucherie. Annales de Zootechnie, 9: 355-363.
BOE 29/8/1979

BOCCARD, R.; DUPLAN, J.M. (1961). Étude de la production de la viande chez les ovins. III. Note sur l´influence de la vitesse de croissance sur la composition corporelle des agneaux. Ann. Zootech., 10(1): 31-38.

BOCCARD, R.; DUMONT, B.L.; PEYRON, C. (1964). Étude de la production de la viande chez les ovins. VIII. Relations entre les dimentsions de la carcasse d´agneau. Annales de Zootechnie, 13(4): 367-378.

BOCCARD, R.; DUMONT, B.L.; LEGRAS, P.; ROY, G. (1970). In: Proc. 16th Eur. Meet. Meat Res. Work., 30 August-6 September 1970, Varna, Bulgaria, Vol. 1: 117-127.

BOCCARD, R.; DUMONT, B.L.; LEFEBVRE, J. (1976). Étude de la cproduction de la viande chez les ovins. X. Relations entre la composition anatomique des differentes regions corporelles de l´agneau. Annales de Zootechnie, 25(1): 95-110.

BOCCARD, R.; VALIN, C.; BONATI, B. (1980). Effect of genotype on pigment of the longissimus dorsi muscle in young bulls. Congrés Europ. Chercheurs Viande Colorado Springs, 1, 271.

BOCCARD, R.; BUGHTER, L.; CASTEELS, E.; COSENTINO, E. ; DRANSFIELD, E.; HOOD, D.N.; JOSHEP, R.L.; MACDOUGALL, D.B.; RHODES, D.N.; SCHON, L.; TINBERGEN, B.J.; TOURAILLE, C. (1981). Procedures for mesuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the Commission of the European Communities (CEC) Beef Production Research Programme. Livestock Production Science, 8: 385-397.

BOCCARD, R. (1982). In: Muscle Hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production. Eds. j.W.B. Ding & F. Menissier, Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, 148-163.

BOCCARD, R. Y BORDES, P. (1986). Caracteristiques qualitatives et technologiques des viandes bovines: influence des facteurs de production. In: Production de viande bovine. D. Micol (Ed). INRA, Paris. 61-84.

BOGGS, D.L.; MERKEL, R.A. (1984). Live Animal Carcass Evaluation and Selection Manual (2nd Ed.) Kendall-Hunt Publ. Co, Duduque, IA.

BOLEMAN. S.J.; BOLEMAN, S.L.; SAVELL, J.W.; MILLLER, R.K.; CROSS, R.H.; WHELLER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.D.; MILLER, M.F.; WEST, R.L.; JOHNSON, D.D. (1995). Consumer evaluation of beef of known tenderness levels. Proc. 41st Int. Congr. Meat Sci. Technol., San Antonio, TX.

BOLEMAN, S.J.; BOLEMAN, S.L.; MILLER, R.K.; TAYLOR, J.F.; CROSS, H.R.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.D.; MILLER, M.F.; WEST, R.L.; JOHNSON, D.D.; SAVELL, J.W. (1997). J. Anim. Sci., 75: 1521-1524.

BOLLING, J.A.; BRADLET, N.W.; CAMPBELL, L.D. (1977). Monensin levels of growing and finishing steers. Journal of Animal Science, 44: 867-875.

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

BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. (1972). The effect of ultimate pH on ovine muscle: Water holding capacity. J. Food Sci., 36: 435-439.

BOUTON,P.E.; FORD, A.L.; HARRIS, P.V.; RATCLIFF, F. (1975). Objective-subjective assessment of meat tenderness. J. texture Stud. 6: 315-328.

BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. (1976). Factors influencing cooking losses from meat. J. Food Sci., 41, 1092-1095.

BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R.; ELLES, R.W., PHILIPS, D. (1982). Meat Science, 6, 308-318.

BOWLING, R.A.; DUTSON, T.R.; SMITH, G.C.; SAVELL, J.W. (1987). Meat Sci., 21, 67-72.

BRACKEBUSCH, S.A.; MCKEITH, F.K.; CARR, T.R.; MCLAREN, D.G. (1991). Relationship between longissimus composition and the composition of other major muscles of the beef carcass. J. Anim. Sci., 69, 631.

BRAZAL, T.; BOCCARD, R. (1977). Efectos de dos tratamientos antemortem sobre la calidad de la canal y de la carne de cordero. Prod. Anim. INIA, 8: 97-125.

BREA, T.; GARCÍA, J.; MONTSERRAT, L.; CARBALLO, J.A.; SANCHEZ, L (1997). Análisis alométrico de la composición química de los machos de raza Rubia Gallega a edades comerciales. ITEA 751-753.

BREIDENSTEIN, B.B.; COOPER, R.G.; CASSENS, R.G.; EVANS, G.; BRAY, R.W. (1983). Influence of marbling and maturity on the palatability of beef muscle. I. Chemical and organoleptic considerations. J. Anim. Sci., 27: 1532.

BRISKEY, E.J.; WISMER-PEDEREN, J. (1961). Biochemistry of pork muscle structure. I. Rate of anaerobic glycolysis and temperature change versus the apparent structure of muscle tissue. J. Food Sci., 26: 297-305.

BRISKEY, E.J.; BRAY, R.W. (1964). A special study of the beef grade standarts for American National Cattlemen´s association. A.N.C.A.

BRUNGARDT, V.H.; BRAY, R.W. (1963). Variation between sides in the beef carcass for certain wholesale and retail yields and linear carcass measurements. J. Anim. Sci., 22, 746-748.

BRUWER, G.G.; NAUDE, R.T.; DU TOIT, M.M.; CLOETE, A.; VOSLOO, W.A. (1987). An evaluation of the lamb and mutton carcase grading system in the Republic of Sout Africa. The use fat measurements as predictors of carcase composition. S. Afr. J. Anim. Sci., 17(2): 85-89.

BUSRSON, D.E. (1985). Effects of muscle, heat and sex on the proportions of types I and III bovine intramuscular collagen. Diss. Abst. Intern. B. Vol. 46(3): 715.

BUTLER, O.D. (1957). The relation of conformation to carcass traits. J. Anim. Sci., 16, 227-233.

BUTLER-HOGG, B.W.; PRESCOTT, J.H.D.; LOWMAN, B.G. (1981). a note on the effect of early weaning on performance and carcass characteristics in Angus cross and Charolais cross steer. Anim. Prod. Vol., 33: 211-214.

BUTTERFIELD, R.M. (1963). Relative growth of the musculture of the ox. In: Symposium on carcase composition and apraisal of meat animals. Ed. Tribe, D.E., 7, 1-14. Melbourne. Australia. C.S.I.R.O.

BUTTERFIELD, R.M.; BERG, R.T. (1966). A classification of bovine muscles based on their relative growth patterns. Res. Vet. Sci. 7: 326-332.

BUTTERFIELD, R.M.; JOHNSON, E.R. (1968). The effect of growth rate of muscle in cattle on conformation as influenced by muscle-weight distribution. In: Growth and Development of Mammals. Ed. by Lodge G.A. and Lamming G.E., Butterworths. London, 212-223.

BUTTERFIELD, R.M.; JOHNSON, E.R. (1971). A study of growth in calves. II. Relative growth in muscles. J. Agric. Sci., 46: 457-458.

BUTTERFIELD, R.M. (1974). What is a meat animal? The Charolais Way, July 74. 7-18.

BUTTERFIELD, R.M. (1988). New Concepts of Sheep Growth. Sydney University Press, Sydney. 168pp.

BUXADÉ, C. Zootecnia: Bases de Producción Animal. Tomo VII: Producción bovina de leche y de carne. Ed. Mundi Prensa.

BUXADÉ, C. (1998). Identificación, etiquetado y consumo de carne de vacuno. Jornadasde organizadas por la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno de Carne en EXPOAVIGA´98.

BUYSSE Y EECKHOUT (1970). Besoins en proteins de jeunes taureaux soumis á un regime d´engraissement intensif. Rev. Agri., Brusseles, 23: 703-716.

BYERS (1982). Nutritional factors affecting growth of muscle and adipose tissue in ruminants. Fed. Proc. 41: 2562.

CABRERO POVEDA. (1991). Factores que definen las características cualitativas de la carne. Bovis., 38, 39-70.

CABRERO POVEDA. (1991). La estructura y la composición de la canal como determinantes de su calidad. Bovis., 38, 9-37.

CAMPO, M.M.; SAÑUDO, C.; ALBERTÍ, P.; OLLETA, J.L.; PANEA, B.; GUERRERO, L. (1997). Efecto de la maduración sobre la calidad sensorial de la carne de 7 razas bovinas españolas. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 775-777.

CAMPO, M.M.; SAÑUDO, C.; PANEA, B.; ALBERTÍ, P.; SANTOLARIA, P. (1998). Breed and ageing time effects on textural sensory characteristics of beef strip loin steaks. Proc. 44th ICOMST. 898-899.

CANNON, J.E.; MxKEITH, F.K.; MARTIN, S.E.; NOVAKOFSKI, J.; CARR, T.R. (1993). J. Food Sci., 58: 1249-1253.

CARBALLO, J.A.; CABRERO, M.; MONSERRAT, L.; SANCHEZ, L.; SUEIRO, R. (1995). Producción de ternero Rubio Gallego acogible a las primas de la PAC en rebaños de vacas nodrizas. II. Determinación objetiva de las características de la canal. ITEA, 16, 603-605.

CARBALLO, J.A.; CALVO, C.; FERNANDEZ, B.; MONSERRAT, L.; SANCHEZ, L. (1997). Efecto del sistema de manejo en la producción de la clase ternero de la denominación específica Ternera Gallega: II Calidad de la canal. ITEA 18, 757-759.

CARMACK, C.F.; KASTNER, CLL.; DIKEMAN, M.E.; SCHWENKE, J.R.; GARCÍA ZEPEDA, C.M. (1995). Sensory evaluation of beef-flavor-intensity, tenderness, and juiciness among major musscles. Meat Sci,. 39: 143-147.

CARROL, M.A. (1967). The composition of lamb. Proc C.I.R.A. Conference. Dublín.

CARTER, N.W.; RECTOR, F.C.; CAMPION, D.S.; SELDIN, D.W. (1967). Measurement of intracellular pH glass microelectrodes. Fed. Proc., 26: 1322.

CASSENS, R.G. & COOPER, C.C. (1971). Red an white muscle. Advances in Food Research, 19, 1-74.

CASSENS, R.G. (1977). Muscle biochemistry: the importance of myofiber type. Food Technol. 31, 76.

CASSENS, R.G.; DEMEYER, D.; EIKELENBOOM, G.; HONIKEL, K.O.; HOHANSSON,G.; NIELSEN, T.; RENERRE, M.; RICHARDSON, Y.; SAKATA, R. (1995). Recommendation of Reference Methods for Assessment of Meat Color. Proc. 41th ICOMST San Antonio, USA Vol II, C86, 410-411.

CASTRO, T.; JIMENO, V. (1997). Aditivos y su problemática. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 351-366.

CEPERO, R.; SAÑUDO, C. (1996). Definición y medición de las características de la calidad sensorial de la carne de ave. Jornadas Técnicas de Avicultura. Arenys de Mar, 10,13 Junio 1996.

CHALUPA, W. (1984). Manipulation of rument fermentation. In: Haresing, W. And Cole, D.J.A. (Eds.), Recent Advances in Animal Nutrition. Butterworths, London pp. 143-160.

CHAMBERS, E.N.; BOWERS, J.R. (1993). Consumer perception of sensory quality in muscle foods. Food Technol., 116-120.

CHRYSTALL, B.B.; CULIOLI, J.; DEMEYER, D.; HONIKEL, K.O.; MOLLER, A.J.; PURSLOW, P.; SCHWAGELE, F.; SHORTHOSE, R.; UYTTERHAEGEN, L. (1994). Proc. 40th ICOMST, The Hague, S-V. 06.

CIE (1976). Commission Internacionale de l´Eclairage. 18th Session. Londres, 1975.

CIRIA, J. (1996a). I Curso sobre calidad de productos ganaderos y agrícolas. Organizado por el Patronato Provincial para el Desarrollo Integral de Soria (P.D.I.) y la Universidad de Valladolid. Soria, 26 y 27 de Noviembre de 1996.

CIRIA, J. (1996b). Nuevas alternativas para el sector agrario: producciones de calidad, situación y perspectivas. Conferencia organizada por el P.D.I. y finanaciado por el Proyecto ADAPT (F.S.E.). Ecosoria Alimentaria. Diciembre de 1996.

CIRIA, M.P. (1982). Presente y futuro de la raza Serrana Soriana.

CLYDESDALE, F.M. (1991). J. Food Quality, 14. 61.

COLEMAN, S.W.; EVANS, B.C.; GUENTHER, J.J. (1993). Body and carcass composition of Angus and Charolais steers as affected by age and nutrition. J. Anim. Sci. Vol. 7(1): 86-95.

COLOMER-ROCHER, F. (1976). Métodos operacionales para la descripción de los caracteres de la canal. Información Técnico-Económica.

COLOMER-ROCHER, F. (1979). La clasificación de las canales ovinas y bovinas. Su posible homologación. En: La clasificación de canales ovinas y bovinas. Prod. Animal 5, 169-191.

COLOMER-ROCHER, F.; BASS, J.J.; JOHNSON, D.L. (1980). Beef carcass conformation and some relationships with caarcass composition and muscle dimensions. J. Agric. Sci. Camb., 94: 697-708.

COLOMER-ROCHER, F.; BASS, J.J.; JOHNSON, D.L. (1982). Beef carcase conformation and some biological implications. Currrent topics in Veterinary Medicine and Animal Science. Vol. 16: 137-146.

COLOMER-ROCHER, F.; DUGANZICH, D.M.; BASS, J.J. (1986). Relationship between bone dimensions and conformation in beef carcasses. J. Agric. Sc., Camb, 107: 393-403.

CONRAD, B.E.; MARION, P.T.; NEAL, E.M.; ALLEN, J.H.; RIGGS, J.K. (1966). Young bulls, steers and heifers for slaughter beef production. Beef Cattle Research in Texas, Tex. Agr. Exp. Sta. Prog. Rep., 2420.

CONSIGLI, R. (1994). Influencia de la mandioca y otros subproductos agroindustriales en el cebo de terneros: parámetros productivos y calidad de canal y de carne. Master of Science. C.I.H.E.A.M. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. 255 p. y anexos.

CONTRERAS, J. (1971). Resultados de unas experiencias sobre calidad de la carne ovina. III Jornadas de estudio sobre la producción de ovino de carne. Aula Dei. Zaragoza.

COPPOCK , B.M.; MACLEOD, G. (1977). J. Sci. Fd. Agric., 28, 206-214.

COSTELL, E.; DURÁN, L. (1982). El análisis sensorial en el control de la calidad de los alimentos. IV. Realización y análisis de los datos. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 22:1.

COVER, S.S.; RITCHEY, J.; HOSTETLER, R.L. (1962). Tenderness of beef. II. Juiciness and the softness components of tenderness. J. Food. Sci., 27: 476-482.

CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M.E. (1976). Determinates of retail product of carcass beef. J. Anim. Sci., 42: 548.

CROUSE, J.D.; SEIDEMAN, S.C.; CROSS, H.R. (1983). The effects of carcass electrical stimulation and cooler temperature on the quality and palaatability of bull and steer beef. J. Anim. Sci. Vol. 56: 81-90.

CROUSE, J.D.; CROSS, H.R.; SEIDEMAN, S.C. (1984). Effects of a grass or grain diet on the quality of three beef muscles. J. Anim. Sci., 58: 3, 619-625.

CROUSE, J.D.; CROSS, H.R.; SEIDEMAN, S.C. (1985). Effects of sex condition, genotype, diet and carcass electrical stimulation on the collagen content and palatability of two bovine muscles. J. Anim. Sci. Vol. 60(5): 1228-1234.

CROSS, H.R; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. (1973) . Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. J. Food Sci., 38, 998.

CROSS, H.R.; CROUSE, J.D.; MACNEIL, M.D. (1984). Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. J. Anim. Sci. Vol. 58(6): 1358-1365.

CROSS, H.R.; DURLAND, P.D.; SEIDEMAN, S.C. (1986). Sensory qualities of meat. En: Muscle as food. Ed: p. Bechtel. Academic Press, Orlando, Florida. p. 286.

CURRI, R.W. ET WOLFE, F.H. (1977). Evidence for differences in post-mortem intramuscular phospholipase activity in several muscle types. Meat Science, 1, 185-193.

CUTHBERTSON, A. (1979). Clasificación de canales de ovino y bovino en Reino Unido. En: La clasificación de canales ovinal y bovinas. Prod. Animal, 5, 99-124.

CUTHBERTSON, A.; KEMPSTER, A.J. (1979). Sheep carcass and eating quality. British Council Special Course. 5-17 de marzo de 1978. En: The British Council (ed). The Management and Diseases of Sheep. The Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough (Reino Unido). pp. 377-399.

DAMERGI, C.; PICARD, B.; GEAY, Y.; ROBINS, S.P. (1998). Effets de la castration précoce sur les caracteristiques du collagène de muscles squelettiques chez le bovin mâle en croissance. En Proc. Basis of the quality of typical Mediterrranean animal products. Badajoz, 29 September-2 October.465-470.

DANILENKO, I.A.; ZGUN, N.B.; BUGAENA, A.A. (1969). Effect of protein feeding on meat yield and quality during intensive rearing of cattle. Annotated Bibliography. nº 7A of C.B. of Anim. Nutr. Aberdeen (Scotland).

DAVEY, C.L.; GILBERT, K.V. (1968). Studies in meat tenderness 6. The anture of myofibrilar proteins extracted from meat during aging. J. Food Sci., 33, 343.

DAVEY, C.L.; GILBERT, K.V. (1974). Temperature-dependent cooking toughness in beef. J. Sci. Food. Agric., 25: 931-938.

DAVIS, C.L.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L.; DUTSON, T.R.; CROSS, H.R. (1979). Tenderness variations among beef steaks from carcasses of the same USDA quality grade. Journal of Animal Science 49, 103-114.

DE BOER, H.; DUMONT, B.L.; POMEROY, R.W.; WENIGER, T.H. (1974). Manual on E.A.A.P. reference methods for the assessment of carcass characteristics in cattle. Liv. Prod. Sci., 1: 151-164.

DE MIGUEL, E. (1997). Razas ganaderas: su importancia ambiental y estratégica. Cap. 8 de El Campo y el Medio Ambiente: un futuro en armonía. Cadenas, A. (Coord.). Editorial SOPEC, S.A., Madrid.

DEMOS, B.P.; MANDIGO, R.W. (1996). Color of fresh, frozen and cooked ground beef patties manufactured with mechanically recovered neck bone lean. Meat Sci., 42, 265.

DE SMET, S.; CLAEYS, E.; BUYSSE, G.; LENAERTS, C.; DEMEYER, D. (1998). Tenderness measurements in four muscles of Belgian Blue normal and double-muscled bulls. Proc. 44th ICOMST. 288-299.

DELFA, R. (1994). La canal: Calidad, factores biológicos. Curso de clasificación de canales de vacuno pesado. Zaragoza, 23-24 Noviembre, 1994.

DESVIGNES, A.; CATTIN-VIDAL, T.; POLY, J. (1966). Comparison of the value of various types of commercial crossing on the production of fat lambs. I. Weight gain of lambs. Ann. Zootech., 15: 47-66.

DIESTRE, A. (1991). J. Científicas Sepor ´91 Serie Congresos, 13.

DIKEMAN, M.E.; DAYTON, A.D.; HUNT, M.C.; KASTER, C.J.; AXE, J.B.; ING, H.J. (1985). Conventional versus accelerate beef production with carcass electrical stimulation. J. Anim. Sci. 61: 573-583.

DIKEMAN, M.E.; REDDY, G.B.; ARTHAUD, V.H.; TUMA, H.J.; KOCH, R.M.; MANDIGO, R.W.; AXE, J.B. (1986). Longissimus muscle quality, palatability and connective sissue histological characteristic of bulls and steers fed different energy levels and slaughtered at four ages. J. Anim. Sci. Vol. 63(1): 92-101.

DIOS, A., MONSERRAT, L.; SANCHEZ, B.; CARBALLO, J.A.; SANCHEZ, L. (1997). Acabado a diez meses de terneros de Rubio Gallego y Rubio Gallego x Holstein: II. Calidad de la canal. ITEA, 18, 763-765.

DRANSFIELD, E. (1977). Intramuscular composition and texture of beef muscles. J. Sci. Food Agric. Vol. 28: 833-842.

DRANSFIELD, E.; JONES, R.C.D. (1981). Relationship between tenderness of three beef muscles. J. Sci. Food Agric. Vol. 32: 300-304

DRANSFIELD, E.; NUTE, G.R.; FRANCOMBE, M.A. (1984). Comparison of eating quality of bull and steer beef. Anim. Prod. Vol. 39: 37-50.

DRANSFIELD, E.; NUTE, G.R.; ROBERTS, T.A.; BOCCARD, R.; TOURAILLE, C.; BUCHTER, L.; CASTEELS, M.; COSENTINO, E.; HOOD, D.E.; JOSEPH, R.L.; SCHON, Y.; PAARDEDOOPER, E.J.C. (1984). Beef quality assessed at European Research Centres. Meat Science, 1, 0: pp. 1-10.

DRANSFIELD, E. (1994). Tenderness of meat, poultry and fish. En: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Pearson, A.M. y Dutson, T.R. Blackie Academic & Professional, Glasgow.

DRANSFIELD, E.; RONCALES, P. (1998). Very fast chilling in beef. 2. Muscle to meat. European Union DG XII University of Bristol Press. Briltol. 1998.

DUMONT, B.L.; LE GUELTE, P.; ARNOUX, J. (1961). Etude biometrique des bovins de boucherie. I. Variabilité de la composition anatomique de carcasse des bovins Charollais. Annales de Zootechnie, 10, 149-154.

DUMONT, B.L. (1978). Varaiation and impact of muscle thickness. In: Patterns of growth and Development in Cattle. (Ed. H. De Boer and J. Martin). A seminar in EEC Programme

Coordination of Research of Beef Production Ghent, Ectober 1977. Current Topics in Veterinary Medicine. Vol. 2, pp. 133-147. The Hague, Boston, London: Martinus Nijhoff.
DUNN, A.A.; KILPATRICK, D.J.; GAULT, F.S. (1993). Influence of ultimate pH, sarcomere lenght and cooking loss on the textural variability of cooked M. Pectoralis major from free range and standard broilers. Brit. Poultry Sci., 34: 663-675.

EILERS, J.D.; MORGAN, J.B.; MARTIN, A.M.; MILLER, R.K.; HALE, D.S.; ACUFF, G.R.; SAVELL, J.V. (1994). Meat Sci., 38: 443-451.

ERTBJERG, P.; LARSEN, L.M.; MOLLER, A.J. (1995). Proc. 44th ICOMST. 710-711.

ESPEJO, M.; COLOMER-ROCHER, F. (1972). Influence du poida d´abattage et du sexe sur les performances de boucherie des agneaux issus du croisement Manchego x Rasa Aragonesa. Ann. Zootech., 21: 401-414.

ESPEJO, M.; GARCÍA, S.; LÓPEZ, M.M.; IZQUIERDO, M.; COSTELA, A. (1998). The influence of genotype and feeding sistem in meat quality parameters of pure Tetinto, Charolais x Retinto and Limusin x Retinto male calves. Proc. 44th ICOMST. 302-303.

ESSEN-GUSTAVSSON, B. (1995). Effects of physical stress on muscle fibre characteristics. Relation to meat quality. Proc 2nd Dummerstorf Muscle-Workshop muscle Growth and Meat Quality, Rostock, 17-19 May 1995. pp. 65-73.

ETHERINGTON, D.J.; TAYLOR, M.A.J.; DRANSFIELD, E. (1987). Conditioning of meat from different species. Relationship between tenderising and the levels of cathepsin B, cathepsin L, calpain I, calpain II and b-glucuronidase. Meat Sci. 20: 1

FERNANDEZ GARCIA FIERRO, B. (1956). Ganado vacuno. Colección Agrícola Salvat.

FIEMS, L.O.; COTTYN, B.G.; BOUCQUÉ, Ch. V. (1991). Growth promotors and meta yield, en "Animal Biñotechnology and the quality of meat production", Ed. L.O. Fiems, B.G. Cottyn & D.I. Demeyer, Elsevier, pp. 31-48.

FIEMS, L.O.; VAN HOOF, J.; UYTTERHAEGEN, L.; BOUCQUÉ, C.V.; DEMEYER, D.I. (1995). In: Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality, Eds. A. Ouali, D.I. Demeyer & F.J.M. Smulders, Ecceamst, Utrecht, 381-393.

FISCHER, K. (1988). Fleischwirtschaft 68, 850.

FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; FURSEY, G.A.J.; COOK, G. (1994). Meat Focus International, Feb. p. 62.

FLAMANT, J.C.; BOCCARD, R. (1966). Estimation de la qualité de la carcasse des agneaux de boucherie. Annales de Zootechnie, 15(1): 89-113.

FONT, M.; PI, F.; GARCÍA-MACÍAS, A.; GUERRERO, L.; OLIVER, M.A. (1995). Calidad de la canal y de la carne de los tipos genéticos Bruna dels Pirineus y Charolais x Bruna en

condiciones de producción de montaña. VI Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 600-602.

FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. (1979). Fundamentos de ciencia de la carne. Acribia. Zaragoza, pp. 364.

FORTIN, A.; REID, J.T.; MAIGA, A.M.; SIM, D.W.; WELLINGTON, G.H. (1981). Effect of energy intake level and influence of breed and sex on the physical composition of the carcass of cattle. J. Anim. Sci. Vol. 51(2): 331-339.

FRAPPLE, P.G.(1984). Commercial use of classification information. Proc. Austr. Soc. Anim. Prod. (15). Animal Production in Austria. Vol. 15: 45-47.

FRONING, G.W. (1991). Methods for measuring functional properties of poultry meat. Proc. X Eur. Sump. on the Quality of Poultry Meat, Dorwerth, The Netherlands, pp. 191-200.

GANDEMER, G.; GIRARD, J.P. & DESNOYERS, C. (1983). Influence de la cuisson sur la fraction lipidique de la viande de porc. 29th European Meeting Meat Research Workers, Parma, Italia, Proc. 2, 503-510.

GANDEMER, G.; VIAU, M.; MAHO, L.; METRO, F. & LAROCHE, M. (1985). Modification des lipides intramusculaires au cours de traitements thermiques. Etude d´une cuisson de type pot-au-feu., Science des Aliments, 5, 299-306.

GANDEMER, G.; PICHOU, D.; BOUGUENNEC, B.; CARITEZ, J.C.; BERGE, PH.; BRIAND, E. & LEGAULT, C. (1990). Influence du systeme d´élevage et du génotype sur la composition chimique et les qualités organoleptiques du msucle long dorsal chez le porc. Jornées de la Recherche Porcine en France, 22, 101-110.

GANDEMER, G. (1990). Les phospholipides du muscle: composition et altération au cours des traitements technologiques. Revue Francaise des Corps Gras, 3-4, 75-81.

GANDEMER, G. & KIM, E.K. (1993). Quelques élements objectifs de comparaison de la qualité de la viande des poulets Label et standard. 11ème European Sumposium on the Quality of Poultry Meat, October 4-8, Tors, France.

GANDEMER, G. (1998). Lipids and meat quality-lipolysis- oxidation and flavour. Proc. 44th ICOMST. 106-119.

GARCIA DE SILES, J.L. (1973). Growth, carcass and muscle characters of Hereford and Holstein steers. M.S. Thesis, The Pennsylvania State University.

GARCIA DE SILES, J.L.; GALVEZ, J.F. (1976). Estudio comparativo de las canales de terneros y añojos de las razas Frison y Rubia Gallega. Zootechnia, XXV: 300-310.

GARCIA DE SILES, J.L.; ZIEGLER, J.H.; WILSON, L.L. (1977). Effects of marbling and conformation score on quality and quantity characteristics of steer and heifer carcasses. J. Anim. Sci., 44: 36-46.

GARCÍA DE SILES, J.L.; WILSON, L.L.; ZIEGLER, J.H.; WATKINS, J.L. (1982). The effects of slaughter âge on growth and carcass traits in an intensively managed crossbred beef herd. Liv. Prod. Sci. Vol. 9(3): 375-388.

GARCIA, J.; BREA, T.; CARBALLO, J.A.; SANCHEZ, L.; MONTSERRAT, L. (1997). Análisis alométrico de la composición física de los machos de raza Rubia Gallega a edades comerciales. ITEA. 751-753.

GARCIA REGUEIRO, J.A. (1995). Evaluación de la utilización de promotores del crecimiento en producción animal. Art. Eurocarne 42, 51-60.

GARCÍA TORRES, SL; IZQUIERDO CEBRIÁN, M.; ESPEJO DÍAZ, M. LÓPEZ PARRA, M.M.; VASCO PÉREZ, P. (1998). The influence of the feeding system and the calving period on the quality of th.e retinto cattle meat. En Proc. Basis of the quality of typical Mediterrranean animal products. Badajoz, 29 September-2 October. 456-458.

GARCÍA, J. (1997). Análisis de las materias primas utilizadas. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 339-349.

GARIEPY, C.; JONES, S.D.M.; ROBERTSON, W.M. (1990). Variation in meat quality at three sites along the length of the beef Longissimus muscle. Can. J. Anim. Sci. Vol. 70(2): 707-710.

GAULT, N.F.S. (1985). The relationship between water holding capacity and cooked meat tenderness in some beef muscles as influenced by acidic conditions below the ultimate pH. Meat Sxi., 15: 15-30

GEAY, I.; BERANGER, C. (1969). Influence de la proportion de céréales dans la ration sur l´état d´engraissement des carcasses de taurillons de 15 mois. Ann. Zootech., 18: 79-81.

GEAY, Y.; MALTERRE, C. (1973). Croisance, rendemant et composition des carcasses de jeunes bovins de differentes racs. Bulletin Technique C.R.V.Z. Theix, nº 14, 17-20.

GEAY, I. (1978). Dressing percentage in relation to weight, sex and breed. E.E.C. Seminar on "Patterns of growth and development", Ghent, EUR 6007. En Martinus Nijhof, The Hague, 35-46.

GEESINK, G.H.; SMULDERS, F.J.M.; VAN LAACK, H.L.J.M.; WENSING, TH.; BREUKING, H. J. (1993). Effects on meat quality of the use of clenbuterol in veal calves. J. Anim. Sci. Vol. 71: 1161-1170.

GEESINK, G.H.; SMULDERS, F.J.M.; VAN LAACK, H.L.J.M. (1994). The effects of calcium, sodium, and zinc-chlorides treatment on the quality of beef. Sci. Alim. 14: 485-502.

GEESINK, G.H., KOOLMES, P.A.; VAN LAACK, H.L.J.; SMULDERS, F.J.M. (1995). Meat Sxi., 41: 1-17.

GERRARD, D.E.; JONES, S.J.; ABERLE, E.D.; LEMENGER, R.P.; KIEKMAN, M.A.; JUDGE, M.D. (1987). Collagen stability, testosterone secretion and meat tenderness in growing bulls and steers. J. Anim. Sci, 65, 1236-1242.

GIESE, J. (1995). Measuring physical properties of foods. Food Technol., 49(2), p. 54-63.

GIL, M. (1996). Tenderización o maduración de la carne. Eurocarne, nº 43. 77-82.

GIL, ML; SERRA, X.; PIEDRAFITA, J.; QUINTANILLA, R.; OLIVER, M.A. (1998). Fiber characterization of muscle Longissimus thoracis from Bruna dels Pirineus cattle breed. Proc. 44th ICOMST. 704-706.

GIRARD, J.P.; DESMOULIN, B.; BONNEAU,M. & GANDEMER, G. (1983). Facteurs de variation de la composition en acides gras des tissus adipeux et musculaires de porc. Revue Francaise des Cops Gras, 30, 73-79.

GLITSCH, K. (1997). Consumer behaviour towards meat in the EU: A Preliminary Statistical Analysis. In Proc. 4th Meeting of EU Project Partners, The National Food Centre, Dublin, 6-8 June, 1997.

GOLL, D.E.; BOEHM, M.L.; GEESIND, G.H.; THOMPSON, V.H. (1997). Wahat causes postmortem tenderization? Proc. 50th An. Reciprocal Meat Conference, Iowa, June 29- July 2, 1997. pp. 60-67.

GOMEZ CHICO, A. (1953). Soria es así. 85-101.

GOMEZ, M. (1974). Beef Production from a concentrate diet fed indoors relative to production on pasture. M. Agr. Sci. Thesis, University of cork.

GORRAIZ, C.; CHASCO, J.; BERIAIN; M.J.; INSAUSTI, K.; LIZASO, G., HORCADA, A. (1997)VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA.769-771.

GRAU, R; HAMM, R. (1953). En: Muscle as Food. Bechtel P.J. (Ed). Food Science and Technology. A Series of Monograph, 1985. Academic Press. New York.

GRAY, J.I.; GOMAA, E.A. & BUCKLEY, D.J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Science, 43, S111-S123.

GRIFFIN, C.L. (1984). Cutability and palatability of Charolais crossbred bulls and steers. Dis. Abst. Intern. B. Vol., 44(9): 2.697.

GRIFFIN, C.L. (1984). CUTABILITY AND PALATABILITY OF CHAROLAIS CROSSBRED BULLS AND STEERS. DISS. ABST. INTERN. B. VOL. 44(9), 1697.

GUENTHER, J.J.; BUSHAMAN, D.H.; POPE, L.S.;MORRISON, R.D. (1965). Growth and development of the major carcass tissues in beef calves from weaning to slaghter weight, with reference to the effect of plane of nutrition. J. Anim. Sci., 24: 1184-1191.

GUENTHER, J.J.; NOVONTNY, K.K.; HINTZ, R.L. (1981). The growth of three fiber types in beef longissimus muscle as influenced by breed and age. Anim. Sci. res. rep., Agric. Exper. Station Oklahoma State University. Vol. 108: 51-53.

GUERRERO, L.; FONT, M.; OLIVER, M.A. (1995). Valoración instrumental de la terneza en Longissimus dorsi de ternera. VI Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 597-599.

GUERRERO, L.; GOU, P.; ARNAU, J. (1997). Descriptive analysis of toasted almonds: a comparison between expert ad semi-trained assessors. J. Sensory Stud., 12 (1), 39-54.

GUIGNOT, F.; QUILICHINI, Y.; RENERRE, M.; LACOURT, A.; MONIN, G. (1992) Relationship between muscle type and some traits influencing veal colour. J. Sci. Food Agric., 58, 523.

GUIGNOT, F.; TOURAILLE, C.; OUALI, A.; RENERRE, M. (1994). Relationship between postmortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. Meat Sci., 37: 315-325.

HALL, J.B.; HUNT, H.C. (1982). Collagen solubility of a maturity bovine longissimus dorsi muscle as affected by nutritional regimen. J. Anim. Sci., 55: 321-328.

HAMM, R. (1960). Biochemistry of meat hYdration. Adv. Food Res. Vol. 10: 355.

HAMM, R. (1977). In Physical, chemical and biological changes in food caused by thermal processing, eds. T. Hoyem & O. Kvale. Appl. Sci. Publ., p. 101.

HAMM, R. (1986). Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. En "Muscle as Food". ED. Bechtel, P.J. Academic Press, New York. Cap. 4, pp. 135.

HANKEY, C.; KAY, M.; HAMILTON, M. (1988). The effect of breed and fatness on the efficiency and meat quality of beef cattle. Effecient beef production from grass. Occasional Symposium nº 22, British Grassland Society. Proc. Conf. organized jointly with the British Society of Anim. Prod., held at Peebles, Scotland, 3-5 November 1987. 1988, 278-279. Hurley, UK; British Grassland Society.

HANRAHAM, J.P.; QUIRKE, J.F.; BOMANN, W.; ALLEN, P.; McEWAN, J.C.; FITZSMONS, J.M.; KOTZIAN, J.; ROCHE, J.F. (1986). Beta-agonists and their effects in growth and carcass quality. In W. Haresign and D.J.A. Cole ed: Recent Advances in Animal Nutrition. Butterworths, London. 125-138.

HARPER, G.S.; ALLINGHAM, P.G.; HUNTER, R.A. (1997). Oric, 43rd Int. Cong. Meat Science Technol. Auckland, p 90.

HARRIS, D.C. (1982). Measurement and description of lamb carcases. En el Simposio: Producing lamb carcases to meet particular market requirements. Proc. of the Australian Society of Animal Producton, 14: 50-52.

HARRIS, P.V. & SHORTHOSE, W.R. (1988). In: Developments in Meat Science-4, Elsevier Applied Science, London, 245-296.

HARRIS, J.J.; MILLER, R.K.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; RINGER, L.J. (1992). Evaluation of tenderness of beef top sirloin steaks. J. Food Sci., 57, 6-15.

HASKINS, B.R.; WISE, M.B.; CRAIG, G.B.; BARRICK, E.R. (1967). Effects of levels of protein, sources of protein and an antibiotic on performance carcass characteristics, rument environment an liver abscesses of steers fed all concentrate rations. J. Anim. Sci., 26: 430-434.

HAUSER, N.; MOUROT, J.; DE CLERCQ, L.; GENART, C. & REMACLE, C. (1997). The cellularity of developing adipose tissues in Pietrain and Meishan pigs. Reproduction, Nutrition, Developpement, 37(6), 617-625.

HEDRICK, H.B.; PATERSON, S.A.; MATCHES, A.G.; THOMAS, J.D.; MARROW, R.E.; STRINGER, W.C.; LIPSEY, R.J. (1983). Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn gain. J. Anim. Sci., 57: 4-10.

HEINZE, P.H.; SMIT, M.C.; NAUD, R.T.; BOCCARD, R.L., (1986). In: proc. 32nd Eur. Meet. Meat Res. Workers, Ghent, Belgium, 24-29 August 1986, Vol. 1, pp. 169-173.

HENDERSON, D.W.; GOLL, D.E.; KLINE, E.A. (1966). Relationship of muscling and finish measurements from three different groups of beef carcasses with carcass yield. J. Anim. Sci., 28: 323-328.

HENRICKSON, R.L.; MJOSET, J. H. (1964). Tenderness variation in two bovine muscles. J. Anim. Sci. Vol. 23: 325-328.

HENRY, Y. (1977). Developpement morphologique et metabolique du tissu adipeux chez le porc: influence de la selection, de l´alimentation et du mode d´élevage. Annales de Biologie animale, de biochimie et de biophysique, 17 (5B), 923-952.

HERRERA, M.; PEÑA, F.; RODERO, E. (1996). Razas autóctonas en peligro de extinción en Andalucía. Manual de campo para la identificación etnológica. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de la Producción Agraria. 53 pp.

HERRING, H.R.; CASSENS, R.G.; SUESS, G.G.; BRUNGARDT, V.H.; BRISKEY, E.J. (1967). Tenderness and associated characteristics of stretched and contracted bovine muscles. J. Food Sci. 32: 317-322.

HINER, R.L.; BOND, J. (1971). Growth of muscle and fat in beef steers from 6 to 36 months of age. J. Anim. Sci., 32: 225-232.

HOFMANN, K. (1987). Definition and measurement of meat quality. Fleischwirtsch. 67: 977.

HOOD, R.L.; ALLEN, E. (1971). J. Food Sci., 36, 786-790.

HONIKEL, K.O.; FISHER, C.; HAMID, A.; HAMM, R. (1981). Influence of postmortem changes in bovine muscle on the water-holding capacity of beef. Postmortem storage of muscle at various tempertures between 0ºC and 30ºC. J. Food. Sci., 46, 23.

HONIKEL, K.O. (1987). How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standarized methods. En: Evaluation and control of meat quality in pigs. Tarrant, p:V.; Eikelenboom, G.; Monin, G. (eds.). Martinus Nijhoff Publishers, Dordretch, 129-142.

HONIKEL, K.O. (1991). Assessement of meat quality. En: Animal biotechnology and the quality of meat production. Ed. L.O. Fiems, Cottyn B.G. Elsevier, Amsterdam. pp: 107-125.

HONIKEL, K.O. (1992). -the biochemical basis of meat conditioning. In: F.J.M. Smulders, F. Toldrá, J. Flores, M. Prieto (Eds) New technologies for meat and meat products, Publ. ECCEAMST, Utrecht, The Netherlands, p 135-161.

HONIKEL, K.O.; HAMM, R. (1994). Measurement of water-holding capacity and juiciness. En "Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Advances in meat research series, vol 9". Ed. Pearson A.M y Dutson T.R. Blackie Academic & Professional. London. Cap. 5, pp. 125.

HONIKEL, K.O. (1998). Recommendation of an Initial Group of Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat. Proc. 44th ICOMTS. 608-609.

HUERTA-LEINDEZ, N.O.; CROSS, H.R.; SAWELL, J.W.; LUNT, D.K.; BAKER, J.F.; PELTON, L.S.; SMITH, S.B. (1993). J. Food Sc., 71, 625-630.

HUFF, E.J.; PARRISH, JR., F.C. (1993). Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex. Journal of Food Sci., 58 (4), 713-716.

HUNT, M.C.; ACTON, J.C.; BENEDICTM, R.C.; CALKINS, C.R.; CORNFORTH, D.P.; JEREMIAH, L.E.; OLSON, D.P.; SALM, C.P. & SAVELL, J.W. (1991). Guidelines for Meat Color Evaluation. American Meat Science Assiciation. Chicago. National Live Stock and Meat Board.

HUTH, F.W. (1983). The effects of age and feeding intensity on carcass composition in young fattening bulls. 34th Annual Meeting of European Association for Animal Production. Madrid, Spain. Vol. I. Summaries. Stuies Commissions. genetics, Nutrition, Managements. 160-161.

HWAN, S.F.; BANDMAN, E. (1989). Studies on desmin and a-actinin degradation in bovine semitendinosus muscle. j. food Sci. 54: 1426-1430.

IBÁÑEZ, M.; MAS, B. (1997). Razas bovinas autóctonas de interés. En Vacuno de carne: aspectos claves. Buxadé. 115-133

IGENE, J.O.& PEARSON, A.M. (1979). Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over-flavor development in meat model systems. Journal of Food Science, 44, 1285-1290.

INSAUSTI, K.; BERIAIN, M.J.; PURROY, A.; LIZASO, G.; ALZUETA, M.J.; GORRAIZ, C.; CHASCO, J.; HERNANDEZ, B. (1998). Colour of beeef from different cattle breeds, stored under vacuum and modified atmosphere. Proc. 44th ICOMST. 432-433.

ISO R-1442-1973 (1973). Determination of moisture content. En "International Standards Meat and Meat Products". International Organization for Standadization, Geneva.

ISO R-1443-1973 (1973). Determination of total fat content. En "International Standards Meat and Meat Products". International Organization for Standadization, Geneva.

ISO R-936 (1973). Determination of inorganic compounds. En "International Standards Meat and Meat Products". International Organization for Standadization, Geneva.

ISO R- 937-1978 (1978). Determination of nitrogen conten. En "International Standards Meat and Meat Products". International Organization for Standadization, Geneva.

ISO 8586 (1993). Guide général pour la séléction, l´entraînement et le contrôle des sujets. Norme Internationale. Case Postale 56. CH-1211 Genéve 20, Suisse.

JACOBS, J.A.; FIELD, R.A.; BOTKIN, M.P.; RILEY, M.L.; ROEHRKASSE, G.P. (1972). Effect of weight and castration on lamb carcass composition and quqlity. J. Anim. Sci. 35: 926-930.

JACOBSON, M. (1972). Physical and chemical test of food quality. En. Paul, P.C. & Palmer, H.H. (Eds). Food Theory and applications. New York: Willey. Cap. 16, p. 739-777.

JAIME, Y.; BELTRAN, J.A.; CEÑA, P.; LOPEZ-LORENZO, P.; RONCALES, P. (1989). Effect of rapid postmortem temperature drop on tenderness and aging of meat from lams of different age. Proc. 35th ICOMST. Copenhagen.

JAIME, Y.; BELTRAN, J.A.; CEÑA, P.; LOPEZ-LORENZO, P.; RONCALES, P. (1992). Meat Sci., 32, 357-366.

JANICKI, M.A.; KORTZ, J.; ROZYCSKA, J. (1966). Technol Mesa 7, 73.

JENNINGS, T.G.; BERRY, B.W.; JOSEPH,A.L. (1978). Influence of fat thickness, marbling and length of aging on beef palatability and shelf-life characteristics. J. Anim. Sci., 46: 658-665

JENSEN, L.R. & OKSAMA, M. (1996). Influence of different housing systems on carcass and meat quality in young bulls. 42nd ICOMST, Lillehammer, Norway, 436-437.

JEREMIAH, L.E.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. (1972). Beef colour as related to consumer acceptance and palatability. J. Food Sci., 37, 476.

JEREMIAH, L.E.; GREER, G.G.; GIBSON, L.L. (1991). JORNAL OF MUSCLE FOODS, 2, PP. 119-131.

JEREMIAH, L.E.; TONG, A.K.W.; GIBSON, L.L. (1991). The usefulness of muscle color and ph for segregating beef carcasses into tenderness groups. Meat Sci., 30, 97-114.

JIMENO, V.; AGUADO, J.A.; BUXADÉ, C. (1996). Carne de vacuno de calidad. Bovis 71: 49-63.

JIMENO, V.; CALLEJO, A. (1997). Fisiología y control del crecimiento. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 93-103.

JOHANSSON, M.; AGERHEM, H.; MAGARD M.; TORNBERG, E. (1998). Sensory quality in relation to Maillard reaction products and other volatiles in fried beef patties. Proc. 44th ICOMST. 776-777.

JOHNSON, E.R.; BUTTERFIELD, R.M.; PRYOR, W.J. (1972). Studies of fat distribution in the bovine carcass. I. The partition of fatty tissues between depots. Austr. J. Agric. Res., 23: 381.

JONES, S.D.M.; JEREMIAH, L.E.; TONG, A.K.W.; LUTZ, S.; ROBERTSON, W.M. (1991). Canadian Journal ov Animal Science, 71, 1037-1043.

JOSEPH, R.L. (1996). Meat Sci., 43, 217-227.

JOURNE, H.E. & TEISSIER, J.H. (1982). Caracteristiques et qualité de la viande de bovine. Tecn. Agric.; 3392: 1.

JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, J.; HEDRICH, H. & MERKEL, R. (1989). Principles of meat science. Dubuke (lowa): Kendall & Hunt Publishing. Cap 6, p. 125-133.

KANG, J.O.; KIM, S.H.; KIM, I.H.; KIM, C.J.; JOO, S.T.; SAKATA, R. (1998). Study on the indicators of beef quality in Korea. Proc. 44th ICOMST. 888-889.

KANNER, J.; HAREL, S. & HAZAN, B. (1986). Muscle membranal lipid peroxidation by iron redox cycle system: Initiation by oxy radicals and site specific mechanims. Journal Agricultural and Food Chemistry, 34, 506-510.

KATO, H.; THUE, M.R.; NISHIMURA, T. (1989). In: Flavor Chemistry. Trends and Development (R. Teranishi, R.G. Buttery and F. Shahidi Eds.) ACS Symp. Ser. 388, Washington, p. 158.

KEANE, M.G.; MORE O´FERRALL, G.J.; CONNOLLY, J. (1989). Growth and carcass composition of Friesian, Komousin x Friesian and Blonde D´Aquitaine x Friesian steers. Anim. Prod. Vol. 48: 353-369.

KEANE, M.G. (1990). Productivity of different steer breed tpes for beef production. Irish Grassland and animal Production Association Journal. Vol. 24: 78-87.

KEANE, M.G.; O´FERRALL, J.M. (1992). Anim. Prod. 55: 377-387.

KEANE, M.G. (1994). Anim. Prod. 59: 197-208.

KELLY, R.F.; GRAHAM, P.P.; FONTENOT, J.P. (1963). Effects of protein level of steer fattening rations 11: Composition, cooking characteristics and taste panel evaluation of the meat. J. Anim. Sci., 22: 247.

KEMPSTER, A.J. (1980). Fat partition and distribution in the carcasses of cattle, sheep and pigs: A review. Meat Sci., 5, 83-98.

KEMPSTER, A.J.; HARRINGTON, G. (1980). The value of "fat-corrected" conformation as an indicator of beef carcass composition within and between breeds. Liv. Prod. Sci., 7: 361-372.

KEMPSTER, A.J. (1981). Fat partition and partitioning in the carcasses of cattle, sheep and pigs: a review. Meat Sci., 5: 83-98.

KEMPSTER, A.J.; CUTHBERTSON, A.; HARRINGTON, G. (1982). Carcass evaluation in livestock breeding, production and marketing. Ed. Granada Pub. Ltd. Great Britain.

KEMPSTER, A.J. (1989). Carcass and meat quality research to meet market needs. Animal Production, 48: 483-496.

KIDWELL, J.F.; HUNTER, J.E.; TERNAN, P.R.; HARPER, J.E.; SHELBY, C.E.; CLARK, R.T. (1959). Relation of production factors to conformation scores and body measurments, associations among production factors and the relations of carcass grade and fatness to consumer preferences in yearling steers. J. Anim. Sci., 18, 894-908.

KIJOWSKI, J.; MAST, M.G. (1993). In. J. Food Sci. Technol., 28: 337-342.

KING, G.T.; LEGG. W.E.; CARPENTER, Z.L.; CUNNINGHAM, N.L. (1965). Cutability of bull, heifer and steer carcasses. J. Anim. Sci., 24: 291.

KIRTON, A.H.; BARTON, R.A. (1962). Study of some indices of the chemical composition of lamb carcases. Journal Animal Science, 21: 553-557.

KIRTON, A.H. (1976). Growth, carcase composition and palatability of sheep. Proc. Symposium on Carcase Classification. Australian Meat Board, Adelaida.

KIRTON, A. H. (1989). Principles of classification and grading. Meat Production and Processing. Bew Zealand Society of animal Production. Ocassional publication nº 11. Ed. Purchas, Butler-Hogg and Davis.

KLOSE, A.A.; LUYET, B.; MENZL, L. (1970). J. Food Sci., 35: 577.

KNIGHT, A.D.; FOOTE, W.C. (1965). Influence of breed-type, feed level and sex on lamb carcass characteristics. J. anim. Sci., 24: 786-789.

KNIPE, L. (1993). Basis science of meat processing. Cured meat short course. Ames (lowa): Meat Laboratory, lowa State University.

KOCH, R.M.; DIKEMAN, M.E.; ALLEN, D.; CAMPION, D.R. (1976). Characterization of biological types of cattle. III Carcass composition, quality and palatability. J. Anim. Sci. Vol. 43(1): 48-62.

KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. (1982). Heritalities and genetic, environmental and phenotypic correlations of carcass traits in a population of diverse biological types and their implications in selection programs. J. Anim. Sci. Vol. 55(6): 1319-1329.

KOOHMARAIE, M:; WHIPPLE, G.; KRETCHMAN, D.H.; CROUSE, J.D.; MERSMANN, H.J. (1990)- K- Amo,- Sco- 69,617.

KOOHMARAIE, M. (1994). Meat Sci. 36,93.

KOOHMARAIE, M. (1996). Biochemical factors regulatting the toughening and tenderisation process of meat. Meat Science 43, S193-S201.

KOPP, J. (1971). Evolution qualitative du collegène musculaire de bovin en fonction de l´âge des animaux. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 5,47-55.

KOPP, J.Y BONNET, M., (1982). Le tissu conjonctif musculaire. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 48, 34-37.

KORVER, S.; VOS, H.; LEEDE, C.A.; MEINDERTSMA, J.; DE LEEDE, C.A. (1984). Meat production from calves depending on genotype and feeding level. Bedrijfsontwikkeling. 15: 11, 867-869.

KORVER, S.; VOS, H.; BERGSTROM, P.L.; VERSTEGEN, M.W.A.; KLEINHOUT, G. (1987). Carcass composition of veal calves dependent on genotype and feeding level. Anim. Prod. Vol. 45: 415-421.

KRAMER, A. (1964). Definition of texture and its measurement in vegetable products. Food Technology 18:304.

KRAMER, A. (1994). Use of color measurements in quality control of food. Food Technol., 48(10): 63-71.

KRIPPL,K. & BURGSTALLER, G. (1970). Comparative experiments concerning the influence of various management systems on the development and carcass quality in fattening calves. Züchtungskunde, 42, 24-30.

KUYPERS, R.; DURTH, L.B. (1995). In: CSIRO Meat Industry Research Conference, Australia, 11B, 1.

LABANDA EGIDO, P. (1950). La raza de trabajo Serrana Soriana. Publicación de la Junta Provincial de Fomento Pecuario. nº 11. Ed. Las Heras. Soria.

LAMBUTH, T.R.; KEMP, J.D.; GLIMP, H.A. (1970). Effect of rate of gain and slaughter weight on lamb carcass composition. Journal animal Science, 30: 27-35.

LAPIERRE, H.; LACHANCE, B.; ROLLAND, J.R.; ST-LAURENT, G.J. (1990). Effects of dietary iron concentration on the performance and meat color of grain-fed calves. Can. J. Anim. Sci. Vol. 70(4): 1053-1061.

LARICK, D.K.; HEDRICK, H.B.; BAILEY, M.E.; WILLIAMS, J.E.; HANCOCK, D.L.; GARNER, G.B.; MORROW, M.E. (1987). Flavor constituents of beef as influenced by forage- and grain-feeding. J. Food. Sci., 52, nº 2, 245- 251.

LARICK, D.K.; TURNER, B.E. (1990). Flavor constituents of forage-and grain-fed beef as influenced by phospholipid and fatty acid compositional differences. J. Food. Sci., 55, nº 2, 312.

LARMOND, D.F. (1976). Sensory measurement of food texture. In: Rheology and Texture in Food Quality. Ed. AVI Publishing CO. Inc. Wesport. Connecticut. USA.

LAWRIE, R.A. (1966). Meat Science. Pergamon Press, Oxford.

LAWRIE, R.A. (1977). Ciencia de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza.

LAWRIE, R.A. (1985). In Meat Science. Pergamon Press, New York.

LAWRIE, R.A. (1988). En: Meat Science. Pergamon Press. New York. pp. 267.

LAZZARONI, C.: SEMPRINI, D.; ABRATE,M.; PAGANO,M; TOSCANO-PAGANO,G. (1994). Proc. 40th ICOMST, The Hague.

LEANDER, R.C.; HEDRICK, H.B.; SHINGER, W.C.; CLARK, J.C.; THOMSON, G.B.; MATCHES, A.G. (1978). Characteristics of bovine longissimus and semitendinosus muscles from grass and grain-fed animals. J. Anim. Sci., 46: 4, 965-970.

LEDIN, I. (1983). Effect of restricted feeding and realimentation on compensatory growth, carcass composition and organ growth in lambs. Swedish J. Agric. Res., 13: 175-187.

LESEIGNEUR-MEYNIER, A. & GANDEMER, G. (1991). Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type of the fibres. Meat Science, 29, 229-241.

LEWIS, G.J.; PURSLOW, P.P. (1991). J Muscle Foods, 2. 177-195.

LINK , B.A.; BRAY R.W.; CASSENS R.G. & KAUFFMAN R.G. (1970). Lipid deposition in bovine skeletal muscle during growth. Journal of Animal Science, 30, 6-9.

LISTER, D. (1980). Hormones, metabolism and growth. Reprod. Nutr. develop., 20: 225-233.

LIU, Q.; LANARI, M.C. & SCHAEFER, D.M. (1995). J. Anim. Sci. 74, 117.

LIZASO, G.; BERIAIN, M.J.; PURROY, A.; HUARTE-MENDICOA, J.; HERNANDEZ, B.; CHASCO, J. (1997). Calidad de la carne de terneros machos de raza Pirenaica y su evolución durante la maduración. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 772-774.

LIZASO, G. (1998). Tesis Doctoral. Universidad de Navarra.

LOPEZ, G.; BENITO, J.; MARTÍN, M.; VASCO, P.; FERRERA, J.L.; VARONA, M. (1981). Influencia del régimen alimenticio y del genotipo en el crecimiento y en la composición de la canal de los terneros. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie Ganadera, nº 12: 13-22.

LOPEZ, G.; CARBALLO, B.M. (1991). Manual de bioquímica y tecnología de la carne. A. Madrid Vincente (ed.). 171 pp Madrid.

LOPEZ, M. (1987). Calidad de la canal y de la carne en los tipos lechal, ternasco y cordero de la raza lacha y estudio de su desarrollo. Tesis Doctoral. Fac. Veterinaria. Zaragoza.

LOPEZ-BOTE, C. (1992). Calidad de carne. (Properties of meat). En: Manual Práctico de la carne. Ed: S. Martín. Martín Macías publisher, Madrid. pp: 143-180.

LUCKETT , R. L.; BIDNER, T. D.; ICAZA, E.A.; TURNER, J. W. (1975). Tenderness studies in straightbred and crossbred steers. J. Anim. Sci. Vol. 40(3): 468-475.

LUITINGH, H.C. (1962). Developmental changes in beef steers as influenced by fattening, age and type of ration. J. Agric. Sci. Camb., 58: 1.

MaCDOUGALL, D.B.; RHODES, D.N. (1972). Characteristics of the appearance of meat. III. Studies on the colour of meat from young bulls. J. Sci. Food Agric., 23, 637.

MaCDOUGALL, D.B. (1982). Changes in the colour and opacity of meata. Food Chem., 9 (12), p. 75-88.

MACLEOD, G. & SEYYEDAIN-ARDEBILLI, M. (1981). Natural and simulated meat flavors (with particular reference to beef). Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 14, 309-437.

MAIIJALA, K. (1987). Possible Role of Animal Genetic Resources in Production, Natural Environment Conservation, Human Pleasure and Recreation, FAO Animal Production and Health Paper nº 66: 205-216.

MAMAQUI, E.N. (1996). Influencia de la raza de terneros y del tipo de pienso en los parámetros productivos y en la calidad de la carne. Master of Science. CIHEAM. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.

MAPA (1998). Boletín Mensual de Estadística. MAPA, Julio-Agosto de 1998.

MARSH, B.B.; THOMPSON, J.F. (1958). Rigor mortis and thaw rigor in lamb. J. Sci. Food Agric., 9: 417-424.

MARSH, B.B.; LOCHNER, J.V.; TAKAHASHE, G.; KRAGNESS, D. D. (1981). Effects of early postmortem pH and temperature on beef tenderness. Meat Sci. Vol. 5: 479-483.

MARTIN MARTINEZ- CONDE, J. (1978). Guía del inspector veterinario. 3. - Producción y economía ganaderas. Ed. Aedos. Barcelona 245.

MARTIN, E.L.; WALTERS, L.E.; WHITEMAN, J.V. (1966). Association of beef carcass conformation with thick and thin muscle yields. J. Anim. Sci., 25, 682-687.

MARTIN, T.G.; ALENDA, R.; CABRERO, M. (1992). Carcass characteristics of Rubia Gallega and Asturiana cattle at 10 to 18 months of age. J. Anim. Sci., 109: 5, 385-393.

MATTHEWS, K.R.; HOMER, D.B.; WARKUP, C.C. (1998). Comparison of the eating quality of fourteen beef muscles. Proc. 44th ICOMST. 762-763.

MAYNARD, L.A. (1947). Animal Nutrition. (2nd Ed.). McGrawHill Book Co., New York.

McFARLANE, J.J. (1985). High pressure technology and meat quality. En Developments in Meat Science- 3. Lawrie, r., ed. Elsevier Appl. Sci., London, p. 155-184.

McBEE, J.L.Jr.; WILES, J.A. (1967). Influence of marbling and carcass grade on the physical and chemical characteristics of beef. J. Anim. Sci., 26: 701-704.

McCORMICK, R.J. (1994). Meat Science, 36, 79.

McKEITH, F.K.; DE VOL, D.L.; MILES,R.S.; BECHTE, P.J.; CARR, T.R. (1995). Chemical and sensory properties of thirteen major beef muscles. Journal of Food Science 50(4): 869-872.

MEYNIER, A. & GANDEMER, G. (1994). La flaveur des viandes cuites: relation avec l´oxydation des phospholipides. Viandes et Produits Carnés, 15, 179-182.

MICOL, D.; ROBELIN, J. (1990). Evolution de la composition corporelle et facteurs zootechniques de variation. In: Croissance des bovins et qualité de la viande. Eds R.G. Guilhermet et Y Geay, Rennes, 8-10. Novembre 1989. ENSAR Rennes, France. 15-30.

MICOL, D. et al., (1993). Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et á l´engrais. INRA, Prod. Anim., 6(1): 61-89.

MILLER, A.J.; SMITH, J.L.; BUCHANAN, R.L. (1997). Proc. Conf. Food Safety: From producerism to Consumerism- the Implications of Change. Eds. Sheridan, J.J., O´Keeffe, M., Rogers, M. The National Food Centre, Dublin.

MILLER, R. (1997). Proc. 43rd Int. Congr. Meat Sci. Technol. Auckland. Meat Quality Workshop. p. 52.

MILTEMBURG, G.A.J.; WENSING, TH.; SMULDERS, F.J.M.; BREUKINK, H.J. (1992). Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. J. Anim. Sci., 70: 2766-2772.

MOHAN RAJ, A.B.; MOSS, B.W.; RICE, D.A.; KILPATRICK, D.J.; MCCAUGHEY, W. J.; MCLAUCHLAN, W. (1992). Effect of mixing male sex types of cattle on their meat quality and stress-related parameters. Meat Sci. Vol. 32: 367-386.

MONIN, G. (1991). Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. INRA. Prod. Anim. 4: 151-160.

MONIN, G. (1998). Recent methods for predicting quality of whole meat. Proc 44th. ICOMST. 56-65.

MOODY, W.G. (1983). Beef Fñavpr- Fppd Technology, 5, 227-232, 238.

MOONEY, M.T.; FRENCH, P.; MOLONEY, A.P.; O´RIORDAN, E.; TROY, D.J. (1998). Quality differences between herbage-and concentrate-fed beef animals. Proc 44th ICOMST. 298-299.

MORBIDINI, L.; PANELLA, F.; SARTI, D.M.; SARTI, F.M.; DROZDZ, A.; CIURUS, J. (1994). Slaughtering characteristics and carcass quality of export polish mountain lambs. 45th European Association of Animal Science. Edimburgh, 4-9 September 1994.

MORITA, S.; COOPER, C.C.; CASSENS, R.G.; KASTENSCHMIDT, L.L.; BRISKEY, E.J. (1970). A histological study of myoglobin in developing muscle of the pig. J. Anim. Sci., 31: 4, 664-670.

MORRISSEY, P.A.; BUCKLEY, D.J.; SHEEHY, P.J.A. & MONAHAN, F.J. (1994). Proc. Nutr. Soc. 53, 289.

MORRISSEY, P.A.; SHEEHY, P.J.A.; GALVIN, K.; KERRY, J, & BUCKLEY, D.J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. Proc. 44th ICOMST. 120-131.

MOSS, B.W.; HOLDEN, J.; ONO, K.; CROSS, R.; SLOVER, H.; BERRY, B.; LANZA, E.; THOMPSON, R.; WOLF, W.; VANDERSLICE, J.; JOHNSON, H.; STEWART, K. (1983). Nutrient composition of fresh rretail pork. J. Food Sci., 48, 1767.

MOTTRAM, D.S. & EDWARDS, R.A. (1983). The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. Journal Science Food and Agriculture, 34, 517-522.

MOUROT, J.; KOUBA, M & PEINIAU, P. (1995). Comparative study of in vitro lipogenesis in vaious adipose tissues in the growing domestic pig (Sus domestivus). Comparative Biochemistry and Biophysic, 111, 379-384.

MURRAY, D.M.; TULLOH, N.M.; WINTER, W.H. (1974). Effects of three different growth rates on empty body weight, carcass weight and dissected carcass composition of cattle. Journal Agric. Sci., Camb., 82: 535-547.

MURRAY, D.M.; SLEZACEK, O. (1976). Growth rate and its effect on empty body weight, carcass weight and disesected carcass composition of sheep. J. Agric. Sci., Camb., 87: 171-179.

MURRAY, A.C.; JEREMIAH, L.E.; MARTIN, A.H. (1983). Muscle fibre orientation and its effect on measurements of tenderness of bovine longissimus dorsi muscle. J. Fd. Technol. Vol., 18: 607-617.

MURRAY, A.C. (1989). Factors affecting beef color at time of grading. Can. J. Anim. Sci. Vol. 69: 347-355.

NAKAMURA, R.; SEKOGUCHI, S.; SATO, Y. (1975). The contribution of intramuscular collagen to the tenderness of meat from chickens of different ages. Poultry Sci. 54: 1604-1612.

NAWAR, W.W. (1996). Lipids. In: Food Chemistry, O.R. Fennema (de) , pp. 225-319, Marel Dekker, Inc., New-York-Basel-Hong-Kong.

NEAGUERUELA, A.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P.; ALBERTI, P. (1992). Evolución del color de la carne de vacuno durante su maduración: II. Congreso Nacional e Iberoamericano de color. Barcelona (España).

NGAH, E.; ALASNIER, C. & GANDEMER, G. (1994). Molecular species composition of phosphatidyl-choline and phosphatidyl-ethanolamine in skeletal muscles of farm animals. 40th International Congress Meat Science and Tecnology, August 28th- September 2nd, Proc. The Hague. The Negherlands.

NISHIMURA, T. RHUE, M.R.; OKITANI, A.; KATO, H. (1988). Agric. Biol. Cem., 52, 2323-2330.

NISHIMURA, T.; HATTORI, A.; TAKAHASHI, K. (1996). Relationship between degradation of proteoglycans and weakening of the intramuscular connective tissue during post-mortem aging of beef. Meat Sci. 42 251-260.

NNODIN, J.O. (1987). Development of adipose tissues. The Anatomical Record, 219, 331-337.

O´DONOVAN, P.B. (1984). Compensatory gain in cattle and sheep. Nutr. Abst. and Review, Series B, 54(8): 389-410.

O´FERRALL, G.J.M.; KEANE, M.G. (1990). A comparison for live weight and carcass production of Charolais, Hereford and Friesian steer progeny from Friesian cows finished on two energy levels and serially slaughtered. Anim. Prod., 50: 1, 19-28.

O´HALLERAN, G.R.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J. (1997). The relationship tetween early post-mortem pH and the tenderisation of beef muscles. Meat Science, 45, 239.

O´HALLORAN, J.M.; FERGUSON, D.M.; PERRY, D.; EGAN, A.F. (1998). Mechanism of Tenderness Improvement in Tenderstretched Beef Carcasses. Proc. 44th ICOMST. 712-713.

OFFER, G. (1984). Progress in the biochemistry, physiology and structure of meat. Proc. 30th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol, UK, p. 87.

OFFER, G.; RESTALL, D.; TRINICK, J. (1984). Water-holding in meat. In: reccent Advances in the Chemistry of Meat. (ed. A.J. Bailey). The Royal Soc. Chem., Burlington House, London, Spec. Publ. nº 47, pp 71-86.

OFFER, G. & KNIGHT, P. (1988). The structural basis of water-holding in meat. In: Developments in Meat Science- 4, part 2, ed. R. Lawrie, p. 173.

OFFER G.; KNIGHT, P.; JEACOCKE, R.; ALMOND, R.; COUSINS, T.; ELSEY, J.; PARSONS, N.; SHARP, A.; STARR, R.; PURSLOW, P. (1989). The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. Food Microstructure, 8, 151.

ORDOÑEZ, J.A. (1992). Curso de tecnología y Calidad de los productos cárnicos. Pamplona.

ORESKOVICH, D.C.; BECHTEL, P.J.; MxKEITH, F.K.; NOVAKOFSDI, J.; BASGALL, E.J. (1992). J. Food Sci., 57: 305-311.

OROZCO, F. (1985). Algunas ideas sobre el concepto de raza en animales domésticos. Comunnicaciones INIA.Serie Producción Animal, 10.

OUALI, A. (1990). Meat tenderization: possible causes and mechanims. A review. J. Muscle Foodas, 1: 129-165.

OUALI, A. (1991). In: Animal Biotechnology and the Quality of Meat Production (L. Fiems, B. Cottyn and D. Demeyer, Eds.) Elsevier Science Publ., Amsterdam, 85.

PALOMBO, R. & WIJNGAARDS, G. (1990). Characteization of changes in psychometric colour attributes of comminuted porcine lean meat during processing. Meat Sci., 28 (1), p. 61-76.

PALOS, D. (1997). Calidad: consideraciones previas. En “Vacuno de carne: aspectos claves”. Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 461-463.

PALSON, H. (1940). Meat qualities in the sheep with special reference to Scottish breeds and crosses. II. Part III. Comparative development of selected individuals of different breeds and crosses as lambs and hoggets. J. Agric. Sci. XXX: 1-64.

PALSSON, H.; VERGÉS, J.B. (1952). Effects of the plane of nutrition on growth and the development of carcass quality in lambs. I. The effects of high and low planes of nutrition at different ages. J. Agric. Sci., Camb., 42: 1-92.

PATTERSON, D.C.; MOORE, C.A.; STEEN, R.W.J. (1994). The effects of plane of nutrition and slaughter weight on the performance and carcass composition of continental beef bulls given high forage diets. Anim. Prod., 58: 1, 41-47.

PEARSON, A.M. (1966). Desirability of beef-its characteristics and their measurement. J. Anim. Sci., 25, 843-854.

PEARSON, A.M.; LOVE, J.D. & SHORLAND, F.D. (1977). Warmed-over-flavor in meat, poultry and fish. Advances in Food Research, 23, 1-74.

PENNY, I.F. (1970). Conditioning of bovine muscle. II. Changes in the composition of extracts of myofibrils after conditioning. J. Sci. Food Agric. 21: 303-306.

PEREZ TOMAS, A. (1947). Estudio de la ganadería soriana y su ordenación económica. Junta Procincial de Fomento Pecuario. Ed. Las Heras. Soria.

PEREZ-ALVAREZ, J.A. (1996). Contribución al estudio objetivo del color en productos cárnicos crudo-curados. Tesis Doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

PEREZ-ALVAREZ, J.A.; FERNANDEZ-OPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M.E.; CARTAGENA-GRACIA, R. (1998). Caracterización de los paámetros de color de diferentes materias primas usadas en la industria carnica. Eurocarne nº 63, 115-122.

PERRY, T.W.; BEESON, W.M.; MOHLER, M.T. (1985). Effect of monensin of beef cattle performance. Journal of Animal Science, 42: 761-770.

PETTE, D.; STARON, R.S. (1990). Cellular and molecular diversities of mammalian skeletal muscle fibres. Reviews in Physiology, Biochemistry and Pharmacology 116, 2-76.

PICALLO, A.B.; SANCHO, A.M.; MARGARÍA, C.A.; LASTA, J.A. (1998). Color and tenderness relationships in different steer breeds. Proc. 44th ICOMST. 286-287.

PICARD, B.; MICOL, D.; DOZIAS, D.; GEAY, Y. (1995). Effects of compensatory growth on muscle caracteristics in 2 year-old beef steers. Ann. Zootech. 44, 297.

POWELL, V.H. (1991). Quality of beef loin steaks as influenced by animal age, electrical stimulation and ageing. Meat Sci. Vol. 30: 195-205.

PRATCHET , D.; YOUNG, S.; MCINTYRE, B. (1992). The carcass characteristics of two steer genotypes grazed on irrigated leucaena- pangola in the Oed river irrigation area. Proc. of the Australian Society of Animal Productin. 19, 81-84.

PRESCOTT, J.H.D.; HINKS, C.E. (1968). System of manamagent and carcass quality of steers. Rep. nº 8, Dep. Agric. Market. Univ. Newcastle upon Tyne.

PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. (1974). Intensive Beef Production. Pergamon Press, Oxford.

PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. (1976). Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Ed. Acribia, Zaragoza.

PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. (1994). Ciencia de la carne y de los productos cárnicos.2nd Edición. Ed. Acribia, Zaragoza.

PROST, E.; PELCZINSKA, E. & KOTULA, A.W. (1975). Quality characteristics of bovine meat. II. Beef tenderness in relation to individual muscles, age and sex of animals and carcass quality grade. J. Animal Science, 41(2): 541-547.

PRYANTO, R.; JONSON, E.R.; TAYLOR, D.G. (1992). The use of subcutaneous fat tyhickness to predict muscle and fat in grass-fed and grain-fed domestic beef carcasses. Proc. Asut. Soc. Anim. Prod. Vol., 19: 88.

PURCHAS, R. W. (1990). An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. Meat Sci. Vol 27(2): 129-140.

PURCHAS, R.W.; WILKIN, G.H. (1995). Characteristics of lamb carcasses of constrasting subjective muscularity. Meat Science. 41(3), 357-368.

PURROY, A.; BERIAIN, M.J.; LIZASO, G. (1997). Comercialización y programas de calidad de carne de vacuno. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 511-528.

PURSLOW, P.P. (1994). The structural basis of meat toughness: What does the collagenous component play; Proc. of the 40th ICOMST, La Haya, 27-34.

RAMSEY, C.B.; COLE, J.W.; MEYER, B.H.; TEMPLE, R.S. (1963). Effects of type and breed of british, Zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking bases as determined by laboratory and family panels. J. Anim. Sci. 22: 1001-10008.

RANKEN, M.D. (1976). The water holding capacity of meat and its control. Chemistry and Industry. Vol. 18: 1052-1057.

RAO, M.V.; GAULT, N.F.S. (1990). J. Texture Stud., 21: 455-477.

REGLAMENTO (CEE) nº 1208/81 del Consejo, de 28 de Abril de 1981, por el que se establece el modelo comunitario de clasificación de las canales de vacuno pesado. D.O.C.E. 03/vol. 21, pp. 191-193.

REINECCIUS, G. (1994). Flavour and aroma chemistry. En: Quality atributes and their measurement in meat, poultry and fish products, Pearon, A.M. y Dutson, T.R. Blackie Academic & Professional, Glasgow.

RENERRE, M.; VALIN, C. (1979). Influence de l´âge sur les caracteristiques de la couleur des viandes bovine de la race limousine. Ann. Technol. Agric., 283: 319-332.

RENERRE, M. (1981). La couleur de la viande et sa mesure. Viandes et Produits Carnes, 2, 10.

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.

RENERRE, M. (1984). Variabiligy between muscles and betwwn animals of the color stability of beef meats. Sci. Aliments Vo. 4(4): 567.

RENERRE, M. (1986). Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. Vol. 65: 41-45.

RENERRE, M. (1988). Quelles recommandations pour mesurer la xoleur de la viande au laboratoire. Industries Alimentaires et Agricoles, Juin, pp. 530.

RENERRE, M.; MAZUEL,, J.P. (1985). Sci des Aliments, 5, 541.

RENERRE, M.; TOURAILLE, C.; BORDES, P.; LABAS, R.; BAYLE, M.C.; FOURNIER, R. (1989). Influence of straw feeding and growth-implant on veal meat quality. Meat Sci. Vol. 26: 233-244.

RENERRE, M.; DUMONT, F.; GATELLIER, Ph. (1996). Antioxidant enzyme activities in beef in relation to oxidation of lipid and myoglobin. Meat Sci., 43, 111.

RENK, B.Z.; KAUFFMAN, R.G.; SCHAEFER, D.M. (1985). Effect of temperature and method of cookery on the retention of intramuscular lipid in beef and pork. J. Anim. Sci., 61, 876-276.

RHEE, K.S.; SMITH, G.C.; DUTSON, T.R. (1988). Relationships of ether-wxtractable fat vs. Folch fat and fat content vs cholesterol content for beef longissimus muscles. J. Food Sci., 53, 969.

RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER, E.L.; COOLEY, C.O.; RATHMACHER, R.P. (19769. Effect of monensin on rumen fermentation in vitro and in vivo. Journal of Animal Science, 43: 657-663.

RILEY, R. R.; SAVELL, J.W.; SMITH, G.C.; SHELTON, M. (1980). Quality, appearance and tenderness of olectrically stimulated lamb. J. Food. Sci. Vol. 45: 119-121.

RILEY, R.R.; SAVELL, J.W.; MURPHEY, C.E.; SMITH, G.C.; STIFFLER, D.M.; CROSS, H.R. (1983). Palatability of beef from steer and young bull carcasses as influenced by electrical stimulation, subcutaneous fat thickness and marbling. J. Anim. Sci. Vol. 56(3): 592-597.

RILEY, R.R.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W.; LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T.C. (1986). Chronological âge and breed-type effects on carcass characteristics and palatability of bull beef. Meat Sci. Vol., 17: 187-198.

RINCON, C. (1979). La facilidad de parto en la raza Charolesa. ONE, 4: 66-72.

RIVETT, A.J. (1989). High molecular mass intracellular proteases. Biochem. J. 263: 625-633.

ROBELIN, J.; GEAY, Y.; BERANGER, C. (1974). Croissance relative des differentes tissus, organes et régions corporelles des taurillons Frisons durant la phase d´engraissement de 9 à 15 mois. Ann. Zootech., 23: 313-323.

ROBELIN, J.; GEAY, Y.; BERANGUER, C. (1979). Evolution de la composition corporelle de jeunes bovins mâles entiers de race limousine entre 9 et 19 mois. II. Composition chimique et valeur calorique. Ann. Zootech., 28: 191-208.

ROBELIN, J.; DAENICKE, R. (1980). Variation of net requirements for cattle growth with liveweight, liveweight gain, breed and sex. Ann. Zootech., 29 HS, 15-30.

ROBELIN, J. (1984). Bull. Tech. CRZV, 58: 53-57.

ROBELIN, J. (1986). Composition corporele des bovins: Evolution au cours du dévelopment et différences entre races. Thèse d´état, Université de Clermont Ferrand II, E-368, pp 392.

ROBERTSON, I.S.; PAVER, H.; WILSON, J.C. (1970). Effect of castration and dietary protein level on growth and carcass composition in beef cattle. J. Agric. Sci. Camb., 70, 299-310.

ROBSON, C.P. (1994). Methods for determining eating quality. Proceedings of the 9th European Poultry Conference. Glasgow, UK:17.

RODERO, E.; DELGADO, J.V.; RODERO, A.; CAMACHO, M.E. (1995). Conservación de razas autóctonas andaluzas en peligro de extinción. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Dirección General de la Producción Agraria. 181pp.

RODRIGUEZ SAEZ, A. (1944). El ganado vacuno de leche en al provincia de Soria. Como orientar la ganadería soriana hacia la producción de leche y abastecimiento de capital y municipios importantes. Junta provincial de Fomento Pecuario. Ed Las Heras. Soria.

RONCALES, P.; CEÑA, P.; BELTRAN, J.A.; JAIME, I. (1993). Ultrasonication of lamb skeletal muscle fibres enhances postmortem proteolysis. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 196: 339-342.

RONCALES, P.; GEESINK, G.H.; VAN LAACK, R.L.J.M.; JAIME, Y.; BELTRAN, J.A.; BARNIER, V.M.H.; SMULDERS, F.J.M (1995). Meat tenderisation: Enzymatic mechanisms. En: Expression of tissue proteinases and regulation of protien degradation as related to meat quqlity. Ouali, A,; Demeyer, D.I.; Smulders, F.J.M. eds. ECCEAMST, p. 311-330.

RONCALÉS, P. (1998). Calidad y seguridad en el consumo de carne. Refleciones sobre los aspectos politivos y negativos de la carne. Art. Eurocarne, 68, 17-27.

RUÍZ DE HUIDOBRO, F., SANCHA, J.L.; CANTERO, M.A. (1996). La clasificación de las canales de vacuno y ovino: ventajas del método. Eurocarne nº 48, 17-26.

RUSSEL, A.J.F.; BARTON, R.A. (1967). Bone-muscle relationship in lamb and mutton carcasses. J. Agric. Sci. Camb., 68, 187-190.

SAINZ , R.D.; TORRE, F. (1993). Carne de añojo: conformación, calidad y color. Mundo Ganadero nº 10, 43-52.

SANCHEZ BELDA, A. (1984). Razas bovinas españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 878 pp.

SANCHEZ, B.; SANCHEZ, L.; DE LA CALLE, B.; & MONSERRAT, L. (1997). Influencia de factores de variación en los valores de pH y color de la ternera gallega. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. 766-768.

SANCHEZ, L.; SANCHEZ, B.; MONSERRAT, L. (1998). Razas autóctonas y calidad de carne. Feagas, nº 13, pp. 10-14 .

SANCHEZ, L. (1998). Cruzamiento industrial de Rubia Gallega y Morucha. Mundo Ganadero, Nov-1988. pp. 36-39.

SANTOLARIA, P. (1993). Influencia de factores genéticos y ambientales sobre los parámetros sensoriales que definen la calidad de la cane de añojo. Tesis Doctoral. Univer. Zaragoza.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. (1982). Estudio de la calidad de lacanal y de la carne en animales cruzados Romanov x Rasa Aragonesa. An. Fac. Vet. Zaragoza, 16-17, 285-295.

SAÑUDO, C. (1992). La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina: factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Curso Internacional de Producción Ovina. SIA, Zaragoza.

SAÑUDO, C. (1993). Calidad oranoléptica de la carne. En Tecnología y Calidad de los productos cárnicos. Ponencias del curso celebrado en Pamplona, 8-12 junio de 1992. Gobierno de Navarra. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes.

SAÑUDO, C. (1997). Análisis sensorial de la carne de vacuno. II Jornadas de Análisis Sensorial. Villaviciosa, Septiembre 1997.

SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M. (1997). Calidad de la canal por tipos. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 465-492.

SAÑUDO,C.; CAMPO, M.M.; PANEA, B.; ALBETTÍ, P.; DUNNER, S.; GARCIA-ATANCE, P., SANTOLARIA, P.; ROCHE, E.; OSORO, K.; OLIVAN, M.; GARCIA, J.; NOVAL, G. (1998). Influence of double muscled condition on sensory beef meat quality at different ageing times. Proc. 44th ICOMST. 760-761.

SAVELL, J.W.; CROSS, HRR.; SMITH, G.C. (1986).Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissimus muscle as related to USDA marbling score. J. Food Sci., 51, 838-840.

SAVELL, J.W.; BRANSON, R.E.; CROSS, H.R.; STIFFLER, D.M.; WISE, J.W.; GRIFIN, D.B.; SMITH, G.C. (1987). J. Food Sci., 52: 517-519.

SAYAS, M.E. (1997). Contribuciones al proceso tecnológico de elaboración del jamón curado: aspectos físicos, fisocoquímicos y ultraestructurales en los procesos de curado tradicional y rápido. Tesis Doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

SCARTH, R.D.; KAUFFMAN, R.G.; BRAY, R.W. (1973). Effects of breed and age classification on live weight and carcass traits of steers shown at international quality beef show. J. Anim. Sci., 36, 653-657.

SCHENEIJDEMBERG, T.CH.G.P. (1991). Relationship between classification data, retail value and meat quality in crossbred bulls. Beef carcass and meat quelity evaluation. Proc. of a

satellite symposium of the 42nd EAAP annual meeting, Dummerstorf-Rostock, Germany, 6-7 September 1991, 86-89.

SCHÖN, I. (1973). Improvement of market transparency in meat trade. World Review Animal Production, 9(2): 34-47.

SCHROEDER, J.W.; CRAMER, D.A.; BOWLING, R.A.; COOK, C.W. (1980). Palatability, shelflife and chemical differences between forage and grain finished beef. J. Anim. Sci. 50: 852-859.

SEEBECK, R.M.; TULLOH, N.M. (1966). The representation of yield of dressed carcass. Anim. Prod., 8: 281-288.

SEIDEMAN, S.C.; CROUSE, J.D. (1986). The effects of sex condition, genotipe and diet on bovine muscle fibre characteristics. Meat Sci., 17(1): 55-72.

SEIDEMAN, S.C.; CROSS, H.R.; CROUSE, J.D. (1989). Variations in the sensory properties of beef as affected by sex, condition, muscle and postmortem aging. J. Food Qual., 12, 39-58.

SEIDY, M.; TOURAILLE, C. (1986). RTVA, Juin, pp. 18-26

SENSKY, P.L.; PARR, T.; SCOTHERN, G.P.; PERRY, A.; BARDSLEY, R.G.; BUTTEY, P.J.; WOOD, J.D.; WARKUP, C.C. (1998). Differences in the calpain enzyme system in tough and tender samples of porcine longissimus dorsi. Proc. of the British Society of Animal Science, 16

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M.F.; CROUSE, J.D.; REAGAN, J.O. (1991). J. Anim. Sci., 69: 171-177.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; WHIPPLE, G.; WHEELER, T.L.; MILLER, M.F.; CROUSE, J.D.; REAGAN, J.O. (1991). Predictors of beef tenderness: Development and verification. J. Food Sci. 56: 1130-1135, 1140.

SHACKELFORD, S.D.; PURSER, D.E.; SMITH, G.C.; GRIFFIN, C.L.; STIFFLER, D.M.; SAVELL, J. W. (1992). Lean color characteristics of bullock and steer beef. J. Anim. Sci. Vol. 70(2): 465-469.

SHACKELFORD, S. D.; SAVELL, J. W.; CROUSE, J. D.; CROSS, H. R.; SCHANBAKHER, B.D.;; JOHNSON, D.D.; ANDERSON, M.L. (1992). Palability of beef from bulls administered exogenous hormones. Meat Sci. Vol. 32: 397-405.

SHACKEKFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; SAVELL, J.W. (1994). Meat Sci., 37: 195-204.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; SAVELL, J.W. (1994). Evaluation of Longissimus dorsi muscle pH at 3 hours postmortem as a predictor of beef tenderness. Meat Sci., 37, 105.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V. ; DIKEMAN, M.E. (1994). Effect of biological type of cattle on the incidence of the daek, firm and dry condition in the Longissimus muscle. J. Anim. Sci. Vol. 72: 337-343.

SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. (1995). Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from Bos indics and Bos taurus Cattle. Journal of Animal Science 73(11): 3333-3340.

SHAHIN, K.A.; BERG, R.T.; PRICE, M.A. (1993). The effect of breed-type and castration on muscle growth and distribution in cattle. Liv. Prod. Sci. Vol. 33: 43-54.

SHORTHOSE, W.R. & HARRIS, (1990).Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. J. Food Technology, 55(1): 1-8, 14.

SIERRA, I. (1997). Base animal: consideraciones previas. En "Vacuno de carne: aspectos claves". Buxadé C. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 109-114.

SIMON, D.L. (1984). Conservation of animal Genetic Resources: A Review. Livest. Prod. Sci. 11: 23-36.

SKLAN, D.; TENNE, Z. & BUDOWSKI, P. (1983). Simultaneous lipolytic and oxidative changes in turkey meat stored at different temperatures. Journal Science Food and Agriculture, 34, 93-99.

SLEPER, P.S.; HUNT, M.C.; KROPF, D.H.; KASTNER, C.L.; DIKEMAN, M.E. (1983). Electrical stimulation effects on myoglobin properties of bovine longissimus muscle. J. Food Sci., 48: 479-483.

SMITH, G.C.; DUTSON, T.R.; HOSTETLER, R..; CARPENTER, Z.L. (1976). Fatness, rate of chilling and tenderness of lamb. J. Food Sci. 41: 748-756.

SMITH, G.C.; CULP, G.R.; CARPENTER, Z.L. (1978). Journal of Food Science, 43, 823-826.

SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L.; CROSS, H.R.; MURPHEY, C. E., ABRAHAM; H.C., SAVEELL, J.W., DAVID, G.W.; BERRY, B.W.; PARRISH, F.C. (1984). Relationship of USDA marbling groups to palatability of cooked beef. J. Food Qual., 7, 289-308.

SMITH, G.M.; CROUSE, J.D.; MANDINGO, R.W.; NEER, K.L. (1977). Influence of feeding regime and biological types on growth, composition and palatability of steers. J. Anim. Sci. 45: 236-253.

SMULDERS, E.J.M.; MARSH, B.B.; SWARTZ, D.R.; RUSSELL, R.L.; HOENECKE, M.E. (1990). Beef tenderness and sarcomere length. Meat Sci., 28: 29-39.

SMULDERS, E.J.M.; WIKLUND, E.M. (1998). Sensory meat quality traits of reindeer longissimus muscle as affected by ultimate pH. Proc. 44th ICOMST. 502-503.

SOLOMON, M.B. (1987). Comparison of methods used for measuring pH in muscle tissue. J. Food Sci., 52(5): 1428-1429.

SOLTNER, D. (1971). La production de viande bovine. 3º Edition. Collection Sciences et Techniques Agricoles. Angers. France.

SORENSEN, S.E. (1981). Relationships between collagen properties and meat tenderness in young bulls of different genotype, weight and feeding intensity. Ph. D. Thesis, Kopenhagen, Royal veterinary and agricultural university, 138.

SORNAY, J.; LEGRAS, P. (1978). Cartographie du pH dans les carcasses de gros bovin. Ind. Alim. Agric. Mai, pp: 392-396.

SPANIER, A.M.; EDWARS, V.J. & DUPUY, H.P. (1988). The warmed over flavor process in beef: a study of meat proteins and peptides. Food Technology, 58, 110-118.

SPANIER, A.M.; MILLER, J.A. (1996). Effect of temperature on the quality of muscle foods. Journal of Muscle Foods. 7, 355-375.

STANTON, C.; LIGHT, N.D. (1990). Meat Sci., 27: 141-159.

STILES, R.P.; GRIEVE, W.A. (1974). Effect of three protein levels with and without added fat on the performance and carcass characteristics of heavy veals calves. Can. J. Anim. Sci., 54, 79-86.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. (1974). Food Technology, 28(11), 24-34.

STRANGE, E.D.; BENEDICT, R.C.; GUGGER, R.E.; METZGER, V.G.; SWIFT, C.E. (1974). Simplified methodology for measuring meat color. J. Food Sci., 39: 988-992.

SUAREZ, M.L.; SANTAMARÍA, G.; FIDALGO, L.E.; RAMOS, J.; SUAREZ, C.; GOICOA, A. (1997). Relación entre la conformación carnicera de la canal y distintos parámetros productivos en la raza Rubia Gallega. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA 760-762.

SUEIRO, R.M.; FERNANDEZ, B.; SANCHEZ, L.; VALLEJO, M. (1995). Canales de la denominación específica "Ternera Gallega". II. Medidas cuantitativas de conformación y factores de variación.

SULLY, R.J.; MORGAN, J.H.L. (1982). The influence of feeding level and type of feed on the carcasses of steers. Aust. J. Agric. Res. Vol., 33: 721-729.

SWAN, H.; LAMMING, G.E. (1967). Studies on the nutrition of ruminants, 2. The effect of level of crude fibre in maize-based rations on the carcass composition of Friesian steers. Anim. Prod., 9, 203-208.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

SWATLAND, H.J. (1994). Optical predictions of water holding capacity. En. Proc. 47th An. Reciprocal Meat Conference. Philadelphia: American Meat Science Association & National Live Stock and Meat Board. 99-111.

SWATLAND, H.J. (1995). Reversible pH effect on pork paleness in a model system. J. Food Sci. 60(5), 988-991.

TAKAHASHI, K. (1996). Meat Science, 43, S67.

TALEGON, F. (1973). El ganado vacuno de raza Charolesa. En: Diez temas sobre ganado vacuno de carne. Ministerio de Agricultura.

TARRANT, P. V. (1981). The occurrence, causes and economic consequences of dark-cutting in beef. A survey of current information. En: The problem of dark-cutting in beef. Current Topics in Veterinay Medicine. Vol. 0. Ed: Hood D.E., Tarrant P.V. Martinus Nijhoff, The Hague.

TARRANT, P.V. (1998). Some recent advances and future priorities in research for the meat industry. Proc. 44th ICOMST. 2-13.

TARTARI, E.; BENATTI, G.; LAZZARONI, C. (1993). Study of muscle hypertrophy in beef cattle: use of different nutritional levels in fattening bulls. Proc. 10th national congress, Scientific Association of Animal Production, Bologna, Italy, 31 May-3 june 1993 (edited by Monetti, P.G.; Cavani, C.). 1993. 305-309. Bologna, Italy; Associazione Scientifica di Produzione Animale.

TATUM, J.D.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. (1982). Interrelationships between marbling, subcutaneous fat thickness and cooked beef palatability. J. Anim. Sci., 54, 777.

TAYLOR, R.G.; GEESINK, G.H.; THOMPSON, V.F.; KOOHMARAIE, M.; GOLL, D.E. (1995). Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? J. Anim. Sci. 73: 1351-1367.

THERIEZ, M.G.; VAN QUACKEBECKE, E.; CAZES, J.P. (1976). Influence de l´alimentation sur la croissance, l´état d´engraissement et la qualité des carcasses. Journées de la recherche ovine et caprine. París.

THUNE-STEPHENSEN, F. (1995). Conferencia científica sobre promotores del crecimiento en la producción de carne. Eurocarne 42, 35-40.

TOLDRÁ, F. (1994). "Principios básicos del desarrollo del aroma y sabor de la carne y productos cárnicos". Alimentación: equipos y tecnología, 7, 59-62.

TOMAS, S.; BELTRAN, J.A.; RONCALÉS, P. (1998). Progress in very fast chilling of beef: effect on tenderness and related biochemical parameters. Proc. 44th ICOMST. 714-715.
TORNBERG E. (1996). Meat Sci., 43, S175.

TOURAILLE, C. (1978). Evolution de la composition corporelle du poulet en function de l´âge, et conséquences sur la qualité. INRA.: La composition corporelle des volailles, pp. 59-70.

TOURAILLE, C. (1982). Influence du sex et de l´âge à l´abattage sur les qualités organoleptiques des viandes de bovins limousines abattus entre 16 et 33 mois. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. INRA, 48: 83-89.

TOURAILLE, C. (1986). Conseéquence de l´emploi des anabolisant sur la qualité de la viande. Production de viande bovine, XVe Grenier de Theix, C.R.Z.V., I.N.R.A., 445-440.

TOURAILLE, C. (1991). Qualités organoleptiques des viandes bovine et ovine. Curso: Calidad de la canal y de la carne. I.A.M.Z. Zaragoza Vol. 4: 22 marzo.

TOURAILLE, C. (1994). Curso de la calidad de la canal uy de la carne en rumiantes. IAMZ. Zaragoza.

TOURAILLE, T.; GIRARD, J.P. (1985). Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix INRA, 60, 83-97.

TULLOH, N.M. (1963). The carcass composition of sheep, cattle and pigs as functions of body weight. Symposium of carcass composition and appraisal of meat animals. Melbourne University 1963. Ed. Tribe D.E. (CSIRO, Melbourne, Australia).
UNE 55-013

UYTTERHAEGEN, L.; CLAEYS, E., DEMEYER, D.; LIPPENS, M.; FIEMS, L.O.; BOUCQUÉ,C.Y.; VAN DE VOORDE, G. BASTIAENS, A. (1994). Meat Sci., 38: 255-267.

UYTTERHAEGEN, L.; CLAEYS, E.; DEMEYER, D. (1994). J. Animal Sci. 72, 1209.
VALIN, C.; OUALI, A. (1992). In: New technologies for meat and meat products (F.J.M. Smulders, F. Toldrá, J. Flores and M. Prieto, Eds.) Audet, Nijmegen, 163.

VALIN, C.; PALANSKA, O. & GOUTEFONGEA R. (1975). Etude de la qualité des viandes de bovin. I - Etude biochimique de la maduration des viandes de tauillon. Annales Tecniques. Agricoles., 24, 47-64.

VALLEJO, M. (1971). Estudio de la conformación, rendimientos y calidades carniceras de siete razas bovinas españolas. An. Fac. Vet. Zaragoza, vol. VI: 263.

VALLS, M. (1980). Contribución al estudio del ovino Gallego. II. Características del crecimiento y de la canal de los corderos. An. INIA, Ser: Prod. Anim. 11: 17-29.

VAN HOOF, J. (1981). Objective mithods for texture evaluation of poultry meat. Proc. XI Eur. Symp. on the Quality of Poultry Meat, Appeldoorn, The Netherlands, pp. 165-179.

VAN LAACK, R.L. & SOLOMON, M.B. (1995). The effect of postmortem temperature on pork color and water holding capacity. En. Proc. 41th ICOMST. 650-651.
VAN LAACK, R.L.J.M.; SMULDERS, F.J.M. (1996). 42nd ICOMST. 510-511.

VANBELLE, M.; TELLIER, E. (1991). Les avantages et les inconvenients de l´a utilisation des beta-agonistes dans le Production Animale. L´Unite de Biochimie de la Nutrition. Universite de Louvain-la Neuve. Publ. 68.

VANDERWERT , W.; BECHTEL, P.J.; VOL, D.C.; MCKEITH, F.K.; BERBER, L.L.; SHNKS, R.D. (1989). Factors related to longissimus tenderness among alternate methods of lean beef production. J. Food. Qual. Vol. 12 (6): 445-453.

VIDAL, M.; MULLEN, A.M.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J. (1998). Early postmorem pH measurements as indicators of meat quality. Proc. 44th ICOMST. 498-499.

VISSAC, B. (1994). Race animale et qualité des systèmes agraries. In: Qualité et systèmes agraires: techniques, lieux, acteurs. Etud. Tesch. Sust. Agraires Dév., 28, 241-247. Ed. Cef M. et al., Versailles.

WARRIS, P. (1995). Métodos para evaluar la calidad de la carne de cerdo. Carne Tec, 2(9), p. 18-24.

WENHAM, L.M.; LOCKER, R.H. (1976). J. Sci., Food Agric., 27: 1079-1084.

WHEELER, T.L.; DAVIS, G.W.; CLARK, J.R.; RAMSEY, C.D.; ROURKE, T.J. (1989). Composition and palatability of early and late maturing beef breed-types. J. of Anim. Sci. Vol., 67: 142-151.

WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; LUNT, D.K.; SMITH, S.B. (1990). Mechanims associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. J. Anim. Sci. Vol. 68: 4206-4220

WHEELER, T.L.; KOHMARAIE, M. (1994). Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine Longissimus muscle. J. Anim. Sci., 72: 1232-1238.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J. (1990). Predicting beef-longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. J. Anim. Sci. 68: 4193-4199.

WHITFIELD, F.B. (1992) Volatiles from interactions of Maillard reaction and lipids. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 31, 1-58.

WILSON, B.R.; PEARSON, A.M. & SHORTLAND, F.B. (1976). Effect of total lipids and phospholipids on warmed-over flavor in fed and white muscles from several species as measured by thiobarbituric acid analysis. Journal of Agricultural and Dood Chemistry, 24, 7-10.

WILSON, G.D. (1960). In: The Science of Meat and Meat Products, pp. 260-279, W.H. Freeman Company, San Francisco and London.

WILSON, L. L.; EGAN, C.L.; HENNING, W.R.; MILLS, E.W. (1995). Meat Sci. 41: 89.

WISMER-PEDERSEN, J. (1994). Química de los tejidos animales. Parte 5 Agua. En "Ciencia de la carne y de los productos cárnicos". De. Price J.F. y Schweigert B.S. De. Acribia. Zaragoza. Cap. 3, pp. 125.

WOLF, B.T.; SMITH, C. (1983). Selection for carcass quality. En: Haresign W. (ed.). Sheep Production. Butterworths, Londres.

WOOD, J.D. & LISTER, D. (1973). The f atty cid and phsopholipid composition of Longissimus dorsi from Piétrain and Large White pigs. Journal of Science Food and Agriculture, 24, 449-456.

WOOD, J.D.; MACFIE, H.J.H.; POMEROY, R.W.; TWINN, D.J. (1980). Carcass composition in four sheep breeds: The importance of type of breed and stage of maturity. Anim. Prod., 30: 135-152.

WOOD, J.D. (1983). Factors affecting carcass composition. Span. Vol. 26(1): 29-32.

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

WRIGHT, I.A.; RUSSEL, A.J.F.; HUNTER, E.A. (1987). The effects of genotype and post-weaning nutrition on compensatory growth in cattle reared as singles or twins. Anim. Prod. Vol 45: 423-432.

WU, F.Y.; SMITH, S.B. (1987). Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. J. Anim. Sci. 65: 597-608.

WU, J.J.; KASTNER, C.L.; HUNT, M.C.; LROPF, D.H.; ALLEN, D.M. (1981). J. Anim. Sci. 53: 1256-1261.

WULF, D.M.; O´CONNOR, S.F.; TATUM, J.D.; SMITH, G.C. (1997). Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. J. Anim. Sci., 75, 684.

WYNN, P.C.; THWAITES, C.J. (1981). The relative growth and development of the carcass tissues of Merino and crossbred rams and wethers. Aust. J. Agric. Res., 32(6): 947-956.

WYTHES, J.R.; SHORTHOSE, W.R.; DODT, R.M.; DICKINSON, R.F. (1989). Carcass and meat quality of Bos indicus x Bos taurus and Bos taurus cattle in northern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. 29: 6, 757-763.

YEATES, N.T.M.; EDEY, T.N.; HILL, M.K. (1975). The definition and measurement of meat quality. Tenderness. En: Animal Science. Ed: N.T.M. Yeates, Edey T.N., Hill M. K. Pergamon Press, London.

YOUNG, O.A.; BASS, J.J. (1984). Effect of castration on bovine muscle composition Meat Sci. 11: 139-156.

YOUNG, O.A.;BRAGGINS, T.J. (1993). Meat Sci., 35: 213-222.

ZEA, J. (1978). Utilización de forrajes en la alimentación intensiva para la producción de añojos de raza Rubia Gallega. INIA nº 10.

ZEA, J.; DÍAZ, M.D.; CABRERO, M. (1985). Estudio de las características cualitativas y cuantitativas de las canales de terneros acabados en pastoreo o en establo y sometidos a dos velocidades de crecimiento. Memoria CIAM. La Coruña

ZEA, J.; DIAZ, M.D. (1987). Estudio de la duración del acabado, en terneros procedentes del monte, sometidos a un sistema de producción, con base en pastos. Memoria CIAM. La Coruña.

ZEA, J.; DÍAZ, M.D. (1990). Producción de carne con pastos y forrajes. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 389 pp..

ZIEGLER, P.T. (1968). The Meat We Eat (9th Ed.) the Interstate Printers and Publishers, Inc., Danville, Illinois.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

VIII.- RESUMEN

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

VIII.- RESUMEN

Con el fin de caracterizar los parámetros productivos, calidad de canal y de carne de la raza autóctona Serrana Soriana y de compararlos con la raza cárnica Charolés, con diferentes tipos de alimentación, se cebaron 4 lotes (1 lote/raza y pienso) de terneros recién destetados de 6-7 meses de edad hasta los 14 meses, en cebaderos semiabiertos, durante el invierno y primavera en la provincia de Soria, disponiendo de pienso y paja *ad libitum.* Uno de los piensos en cada raza, se formuló a base de materias primas de origen vegetal y corrector mineral, y el otro era un pienso comercial.

Periódicamente se controló el consumo de pienso y el peso vivo, realizándose tras el sacrificio la valoración de canales por notas de conformación y engrasamiento, el control de pesos de canal, piel, cabeza y patas, grasa pélvicorrenal, medidas de pH y temperatura, de espesor de grasa dorsal y de longitud y anchura de canal. Tras la toma de muestras a partir del Longissimus dorsi, grasa subcutánea y pélvicorrenal, y después de 7 días de maduración, se procedió al análisis instrumental y sensorial de la carne.

Se observan peores índices productivos en la raza Serrana (G.M.D.: 1,3 kg/día, I.C.: 5,0-5,5), menores rendimientos a la canal (56-58 por 100 vs 59-62 por 100 en la raza Charolés) y menores notas de conformación ("R"). Igualmente, predominan las medidas de longitud sobre las de anchura de la canal en esta raza, al compararlas con la raza Charolés, presentando valores de pH final en torno a 5,5 en ambas razas, aunque con diferencias significativas.

En cuanto a los parámetros que definen la calidad de la carne, se han encontrado diferencias significativas por efecto de la raza en el color (contenido en mioglobina) y en la resistencia al corte, siendo ambos superiores en la raza Serrana, mientras que por efecto de la alimentación sólo en el color.

Los efectos raza y tipo de alimentación influyen de forma significativa en atributos sensoriales como la jugosidad, dureza, flavor residual y untuosidad.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

IX.- SUMMARY

IX.- SUMMARY

Four lots (1 lot per cattle breed studied) of young cattle just weaned, aged six to seven months up to 14 months, placed in half open feeding places during winter and spring time, with concentrate and straw both "ad libitum", were studied with the aim of addressing production parameters, carcass and meat quality of the native breed Serrana Soriana by comparison to the Charoles breed, using different feeding procedures.

One of the concentrates was made upon vegetal and raw materials plus mineral corrector, commercial concentrate was used in the second case.

Living weight and concentrate consumption were periodically controlled. The following items were evaluated after slaughter, by using conformation and fat marks:

- Carcass yield control.
- Skin, head and legs
- pH measures
- Temperature
- Fat thickness
- Carcass length and width.

After seven days of maturing process, instrumental and sensorial analysis were carried out as well as samples after longissimus dorsi.

Worse productivity indexes can be observed in the Serrana breed (DMG 1,3 Kg/day, CI 5,0-5,5)

Less carcass yield (56-58 per cent, vs 59-62 per cent in the Charoles breed) and smaller conformation marks ("R").

At the same time, length measures predominate over width in this breed, compared to Charoles. Both breeds offer similar final pH values, around 5,5, though it shows significant differences. Concerning meat quality parameters, significant differences have been found due to breed (mioglobine content and in shear force), being both higher in the Serrana breed.

On the other hand, it has been observed the fact that feeding only influences meat colour.

Breed and feeding significantly affect the majority of sensorial attributes like juiciness, hardness, residual flavour and mealiness.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES