



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
INDUSTRIAL - AGRÍCOLA - INFORMÁTICA
Adscrita a la Universidad de Zaragoza

LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (Zaragoza)

PROYECTO:

**EFECTO DEL PESO DE FAENADO EN LAS
CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS, LA CALIDAD DE LA
CANAL, EL DESPIECE COMERCIAL Y EL ANÁLISIS
INSTRUMENTAL (ESPECTROSCOPIA NIR, INSTRON Y
FOTOCOLORÍMETRO) DE LA CARNE DE SIETE RAZAS
ESPAÑOLAS DE VACUNO.**

Nº: A.201.90

Realizado por:

GUILLERMO RIPOLL GARCÍA

JUNIO, 2000

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado, sin los cuales no hubiese sido posible la realización de este trabajo.

A D. Pere Albertí Lasalle, investigador de la Unidad del Servicio de Investigación Agroalimentaria de la Diputación General de Aragón, por hacer posible la realización de este trabajo y la conducción del mismo. También gracias por su tiempo y su paciencia. Gracias.

A D. José Folch Pera, Jefe de Unidad del Servicio de Investigación Agroalimentaria de la Diputación General de Aragón, por escucharme y atenderme cuando le pedí ayuda.

Al Dr. Carlos Sañudo Astiz, profesor titular del Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, así como al personal del Laboratorio de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, José Luis Olleta, Begoña Panea, Juan José y Juan Pardos, Mari Mar Campos, Sara y los que me dejó, por la realización de los análisis de laboratorio, por lo que he aprendido, y por las fantásticas mañanas de matadero.

A Fernando Muñoz, Donato Andueza y el personal del Laboratorio de Digestibilidad del S.I.A. de la D.G.A., Teresa Fustero y Angeles Legua, por su ayuda, interés y soportar mi constante ocupación del ordenador.

Al personal de Producción Animal del S.I.A., y en especial a Fidel Lahoz y a Ramiro Tena, por llevar adelante el trabajo y por su amistad.

Al personal de la biblioteca del S.I.A. por su disposición, diligencia y paciencia.

A mi familia, sin la cual no estaría escribiendo esto.

A Blanca, Noelia y Antonio, por su compañía en el despacho y en la cafetería. También por su amistad.

A Ingrid, por ser como es.

RESUMEN

Cincuenta y tres terneros de las razas Asturiana de los valles, Avileña, Morucha, Pardo alpina, Pirenaica, Retinta y Rubia gallega fueron cebados con una dieta de pienso hasta los pesos de sacrificio de 300 o 550 Kg, estudiándose el efecto del peso sobre los parámetros productivos, la calidad de la canal y color de la carne y la grasa.

También se desarrolló un modelo de calibración para la predicción por medio de la espectroscopía en el infrarrojo cercano del análisis químico, la capacidad de retención de agua y distintos parámetros que definen la dureza de la carne.

La ingestión de pienso disminuyó conforme los terneros ganaron peso, y el índice de conversión aumentó, de forma que los animales se vuelven menos eficientes, disminuyendo la ganancia media diaria y el crecimiento relativo.

La conformación y el rendimiento canal fueron mejores en las canales pesadas que en las ligeras, salvo para las razas rústicas, Avileña, Morucha y Retinta, que no mejoraron su conformación, o la mantuvieron.

Las canales pesadas fueron más compactas y presentaron mayor engrasamiento que las ligeras. Asturiana de los valles y Rubia gallega tuvieron las canales mejor conformadas y menos engrasadas, frente a Avileña, Retinta y Morucha.

Las medidas de la canal fueron menores en las canales ligeras. Conforme la canal fue más pesada, tuvo un mayor porcentaje de grasa, menor de hueso, y el porcentaje de carne varió según razas. Por esto la relación grasa-hueso aumentó y la relación músculo-hueso aumentó ligeramente.

Con relación a las canales pesadas, las ligeras presentaron un porcentaje de carne de Tercera categoría menor y algo mayor de Segunda, mientras que el de Primera y Extra varió según raza. Asturiana de los valles y Rubia gallega tuvieron los mayores porcentajes de todas las categorías.

El color de la carne de canales ligeras fue más clara y de color más pálido que la de canales pesadas, que fue de color rojo vivo y menos luminosa. La grasa de canal ligera fue de color crema, mientras que la grasa de canal pesada fue más blanca.

El modelo de calibración encontrado para el espectroscopio NIR ofrece buenos coeficientes de correlación para todos los parámetros estudiados.

Palabras claves: peso de faenado, raza, características productivas, calidad, canal, carne, espectroscopía, NIR, INSTRON.

SUMMARY

Fifty three calves of the Asturiana de los valles, Avileña, Morucha, Pardo alpina, Pirenaica, Retinta and Rubia gallega breeds were fed with a concentrate diet and were slaughtered at 300 or 550 Kg, studying the effect of the slaughter-weight on the productive parameters, on the carcass quality and on meat and fat colour.

A model of calibration for the prediction by spectroscopy in the near infrared was developed for the chemical analysis, the water holding capacity and different parameters that they define the meat toughness.

As the calves increased its weight, the ingestion of concentrate decreased, and the conversion rates increased, in that way the animal turns less efficient, and decreased the growth rate and the comparative growth.

The conformation and the dressing percentage of carcass were higher in the heavy carcasses than light carcasses, except for the rustic breeds, Avileña, Morucha and Retinta, which they don't improved their conformation, or maintain it.

The heavy carcasses had higher blockiness and presented greater fattening that the light carcasses. Asturiana de los valles and Rubia gallega had the best conformed carcasses and least fattened, opposite Avileña, Retinta and Morucha.

The measurements of the carcass are minor in the light carcasses. As the carcass become heavier, it had a greater fat percentage, minor bone percentage, and meat percentage varies according to breeds. In this way, the relationship fat-bone increased and the relationship muscle-bone scarcely increased.

Light carcasses, in relation to heavy carcasses, showed a lower meat Third category percentage, scarcely higher Second category percentage, while the First and Extra percentages varies according to breeds. Asturiana de los valles and Rubia gallega had the greater percentages of all categories.

The meat colour of light carcasses was paler and had more lightness than colour of heavy carcasses, which had bright red colour and had less lightness. Light carcasses fat was of cream colour, while heavy carcasses fat was whiter.

The model of calibration for the NIR spectroscopy, offered good correlation coefficients for all the studied parameters.

Key words: slaughter-weight, breed, performances, quality, carcass, meat, spectroscopy, NIR, INSTRON.

PRINCIPALES ABREVIATURAS UTILIZADAS EN ESTE TRABAJO

a*	índice de rojo
AS	raza Asturiana de los valles
AV	raza Avileña
b*	índice de amarillo
CR	crecimiento relativo
CRA	capacidad de retención de agua
GMD	ganancia media diaria
IC	índice de conversión
ICC	índice de compacidad
IP	ingestión de pienso
L*	claridad
LD	<i>longissimus dorsi</i>
MO	raza Morucha
PA	raza Pardo alpina
PC	peso canal
PI	raza Pirenaica
RC	rendimiento de la canal
RE	raza Retinta
RG	raza Rubia gallega
SEC	error estándar de calibración
SECV	error estándar de la validación cruzada
SEL	error estándar del método de laboratorio
SEP	error estándar de predicción
WBSF	fuerza de corte de Warner-Bratzler

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.	13
1. <i>IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LA CARNE VACUNA Y DE LA CANAL.</i>	14
2. <i>IMPORTANCIA DEL MÉTODO NIRS.</i>	17
 II. OBJETIVOS.	 20
 III. REVISION BIBLIOGRÁFICA.	 22
1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS.	23
1.1. <i>CRECIMIENTO.</i>	23
1.2. <i>CAPACIDAD DE INGESTIÓN.</i>	24
1.3. <i>INDICE DE CONVERSIÓN.</i>	25
1.4. <i>PESO VIVO.</i>	26
 2. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL.	 27
2.1. <i>PRINCIPALES CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE CANALES.</i>	30
2.1.1. <i>Peso de la canal.</i>	30
2.1.2. <i>Rendimiento de la canal.</i>	31
2.1.3. <i>Engrasamiento.</i>	32
2.1.4. <i>Conformación.</i>	33
2.1.5. <i>Medidas de la canal.</i>	36
2.1.6. <i>Composición física de la canal.</i>	37
2.1.6.1. <i>Músculo.</i>	37
2.1.6.2. <i>Grasa.</i>	38
2.2. <i>DESPIECE COMERCIAL.</i>	41
2.3. <i>CATEGORÍAS COMERCIALES.</i>	42
2.3.1. <i>Categoría Extra o Especial.</i>	42
2.3.2. <i>Categoría Primera.</i>	42
2.3.3. <i>Categoría Segunda.</i>	42
2.3.4. <i>Categoría Tercera.</i>	43

3. CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE.....	43
3.1. COLOR DEL MÚSCULO.	43
3.2. COLOR DE LA GRASA.	47
3.3. TERNEZA.....	47
3.3.1. Métodos usados para la determinación de la terneza.....	48
3.3.2. Método Warner-Bratzler.....	49
3.4. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.....	50
4. ANÁLISIS NIRS.....	51
4.1. INTRODUCCIÓN AL MÉTODO.....	51
4.2. PRINCIPIO DE LAS MEDIDAS.....	53
4.3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	54
4.3.1. Pretatamiento de los datos.....	54
4.2.2. Análisis de regresión.....	56
4.2.3. Validación de la ecuación.....	56
4.2.4. Estadísticas.....	57
5. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS RAZAS ESPAÑOLAS QUE HAN SIDO ANALIZADAS EN EL PRESENTE TRABAJO.....	59
5.1. ORIGEN Y RELACIONES GENÉTICAS DE LAS RAZAS BOVINAS ESPAÑOLAS.....	59
5.2. RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES.....	60
5.2.1. Origen e historia.....	60
5.2.2. Características morfológicas.....	60
5.2.3. Importancia y extensión.....	61
5.2.4. Caracterización de los sistemas de producción.....	62
5.3. RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA.....	63
5.3.1. Origen e historia.....	63
5.3.2. Características morfológicas.....	64
5.3.3. Importancia y extensión.....	64
5.3.4. Caracterización de los sistemas de producción.....	65
5.4. RAZA MORUCHA.....	65
5.4.1. Origen e historia.....	66
5.4.2. Características morfológicas.....	66

5.4.3. Importancia y extensión.....	67
5.4.4. Caracterización de los sistemas de producción.....	67
5.5. <i>RAZA PARDA ALPINA</i>	67
5.5.1. Origen e historia.....	67
5.5.2. Características morfológicas.....	68
5.5.3. Importancia y extensión.....	69
5.5.4. Caracterización de los sistemas de producción.....	69
5.6. <i>RAZA PIRENAICA</i>	70
5.6.1. Origen e historia.....	70
5.6.2. Características morfológicas.....	70
5.6.3. Importancia y extensión.....	71
5.6.4. Caracterización de los sistemas de producción.....	71
5.7. <i>RAZA RETINTA</i>	72
5.7.1. Origen e historia.....	72
5.7.2. Características morfológicas.....	72
5.7.3. Importancia y extensión.....	73
5.7.4. Caracterización de los sistemas de producción.....	73
5.8. <i>RAZA RUBIA GALLEGA</i>	74
5.8.1. Origen e historia.....	74
5.8.2. Características morfológicas.....	75
5.8.3. Importancia y extensión.....	75
5.8.4. Caracterización de los sistemas de producción.....	76
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	76
1. CONSTITUCIÓN DE LOS LOTES Y MANEJO DE LOS ANIMALES.....	77
1.1. LOCALIZACIÓN.....	77
1.2. DURACIÓN.....	77
1.3. CONSTITUCIÓN DE LOS LOTES EXPERIMENTALES.....	77
1.4. MANEJO Y CONTROL DE LOS ANIMALES HASTA EL SACRIFICIO.....	78
1.5. ALIMENTACIÓN.....	78
1.5.1. Periodo de adaptación.....	78
1.5.2. Periodo experimental.....	79
1.5.3. Valor nutritivo y análisis químico de los piensos.....	79

1.6. SACRIFICIO.....	80
2. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS.....	80
2.1. GANANCIA DE PESO VIVO.....	80
2.2. CONSUMO DE ALIMENTO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.....	81
3. CALIDAD DE LA CANAL.....	81
3.1. PESO DE LA CANAL.....	81
3.2. RENDIMIENTO DE LA CANAL.....	81
3.3. CONFORMACIÓN OBJETIVA DE LA CANAL.....	82
3.4. CONFORMACIÓN SUBJETIVA DE LA CANAL.....	83
3.5. ESTADO DE ENGRASAMIENTO.....	83
3.6. COMPOSICIÓN DE LA CANAL.....	84
3.6.1. Grasa pélvica y renal.....	84
3.6.2. Superficie del músculo longissimus dorsi.....	84
3.6.3. Despiece comercial. Contenido en músculo, grasa y hueso de la canal.....	84
4. CALIDAD INSTRUMENTAL DE LA CARNE.....	85
4.1. COLOR DEL MÚSCULO.....	85
4.2. COLOR DE LA GRASA.....	86
5. TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.....	86
6. MÉTODO NIRS (Espectroscopía difusa de reflectancia en el infrarrojo cercano).....	87
6.1. MUESTRAS.....	87
6.1.1. Toma de muestras.....	87
6.1.2. Preparación de las muestras.....	88
6.2. DATOS DE REFERENCIA.....	88
6.2.1. Dureza.....	88
6.2.2. Capacidad de retención de agua.....	89
6.2.3. Análisis químico.....	90
6.3. ESPECTROSCOPIO NIRS.....	90
6.4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	90

V. RESULTADOS	93
1. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS.....	94
1.1. GANANCIA DE PESO VIVO	94
1.2. CONSUMO DE PIENSO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.....	97
2. CALIDAD DE LA CANAL.....	99
2.1. PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL.....	99
2.2. CLASIFICACIÓN SUBJETIVA DE LA CONFORMACIÓN Y EL ESTADO DE ENGRASAMIENTO.....	101
2.3. CONFORMACIÓN Y MEDIDAS DE LA CANAL.	103
2.4. COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL.....	108
2.5. CATEGORÍA COMERCIAL.....	114
2.5.1. Categoría comercial en porcentaje de canal.	114
2.5.2. Categoría comercial en porcentaje de carne.	117
3. CALIDAD DE LA CARNE.....	120
3.1. COLOR DEL MÚSCULO.....	120
3.2. COLOR DE LA GRASA SUBCUTÁNEA.....	124
4. PREDICCIÓN NIRS.....	127
VI. DISCUSIÓN	131
1. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS.....	132
1.1. GANANCIA DE PESO VIVO Y CRECIMIENTO RELATIVO	132
1.2. CONSUMO DE PIENSO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.....	135
2. CALIDAD DE LA CANAL.....	137
2.1. PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL.....	137
2.2. CLASIFICACIÓN SUBJETIVA DE LA CONFORMACIÓN Y EL ESTADO DE ENGRASAMIENTO.....	140
2.3. CONFORMACIÓN Y MEDIDAS DE LA CANAL.	142
2.4. COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL.....	145
2.5. CATEGORÍA COMERCIAL.....	148

3. CALIDAD DE LA CARNE.....	151
3.1. COLOR DEL MÚSCULO.....	151
3.2. COLOR DE LA GRASA SUBCUTÁNEA.....	154
4. PREDICCIÓN NIRS.....	156
4.1. ANÁLISIS QUÍMICO.....	156
4.2. ANÁLISIS INSTRUMENTAL.....	159
4.2.1. Relaciones entre los parámetros de la dureza.....	160
VII. CONCLUSIONES.....	161
1. CARACTERIZACIÓN DE LAS SIETE RAZAS ESPAÑOLAS.....	162
1.1. RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES.....	162
1.2. RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA.....	162
1.3. RAZA MORUCHA.....	163
1.4. RAZA PARDA ALPINA.....	163
1.5. RAZA PIRENAICA.....	164
1.6. RAZA RETINTA.....	164
1.7. RAZA RUBIA GALLEGA.....	165
2. EFECTO DEL PESO DE FAENADO.....	165
3. CONCLUSIONES FINALES.....	166
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	168
IX. ANEJOS.....	187

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Síntesis de las variaciones en las canales de distintos genotipos utilizando diferentes criterios de evaluación.....	28
Cuadro 2. El engrasamiento en la normativa europea. Reglamentos (C.E.E.) 1208/81; (C.E.E.) 2930/81; (C:E.E.) 1026/91.....	33
Cuadro 3. Clasificación subjetiva de la conformación de la canal.....	34
Cuadro 4. Escala de conformación.....	81
Cuadro 5. Escala de engrasamiento.....	82
Cuadro 6. Composición centesimal del pienso de adaptación.....	91
Cuadro 7. Composición centesimal de los piensos empleados en la experiencia.....	93
Cuadro 8. Valor nutritivo y composición química del pienso utilizado sen las distintas fases de cebo de los terneros.....	94
Cuadro 9. Pesos y ganancia media diaria de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	94
Cuadro 10. Pesos y ganancia media diaria de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	95
Cuadro 11. Media por raza de la ingestión de pienso y el índice de conversión de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	97
Cuadro 12. Media por raza de la ingestión de pienso y el índice de conversión de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	98

Cuadro 13. Peso y rendimiento canal de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	100
Cuadro 14. Peso y rendimiento canal de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	101
Cuadro 15. Medias mínimo cuadráticas de la conformación y el engrasamiento corregidas a peso de canal caliente de las canales de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.	101
Cuadro 16. Conformación y engrasamiento de canales de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	103
Cuadro 17. Medias mínimo cuadráticas de las medidas de conformación de la canal corregidas a peso de canal caliente de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.	104
Cuadro 18. Medidas de conformación de la canal de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	106
Cuadro 19. Medias mínimo cuadráticas de la composición tisular corregidas a peso de canal caliente de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.	108
Cuadro 20. Composición tisular de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	111
Cuadro 21. Medias mínimo cuadráticas de la categoría comercial en porcentaje de canal y grasa pelvico-renal corregidas a peso de canal caliente de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.	114
Cuadro 22. Categoría comercial en porcentaje de canal y grasa pelvico-renal de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.	115

Cuadro 23. Medias mínimo cuadráticas de la categoría comercial en porcentaje de carne corregidas a peso de canal caliente de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.	118
Cuadro 24. Categoría comercial en porcentaje de carne de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas	118
Cuadro 25. Coordenadas CIE del músculo <i>longissimus dorsi</i> a las 24 horas del corte en terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.	121
Cuadro 26. Coordenadas CIE del músculo <i>longissimus dorsi</i> a las 24 horas del corte en terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.	122
Cuadro 27. Coordenadas CIE de la grasa subcutánea a las 24 horas del sacrificio en terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.	124
Cuadro 28. Coordenadas CIE de la grasa subcutánea a las 24 horas del sacrificio en terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.	125
Cuadro 29. Estadísticos de los datos de referencia usados en la validación y error estandar de laboratorio.....	127
Cuadro 30. Resultados estadísticos de la calibración y la validación cruzada.....	128
Cuadro 31. Matriz de correlación entre los parámetros de la textura.	129

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Rendimiento aproximado de la canal	31
Gráfico 2. GMD y Crecimiento relativo de los terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.....	95
Gráfico 3. Índice de conversión e ingestión de pienso para los terneros sacrificados a 300 y 500 Kg.	99
Gráfico 4. Notas de conformación para terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.	102
Gráfico 5. Notas de engrasamiento para terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.	103
Gráfico 6. Superficie del lomo para terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.....	105
Gráfico 7. Índice de compacidad para terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.	107
Gráfico 8. Porcentajes de músculo y grasa para terneros sacrificados a 300Kg.	109
Gráfico 9. Conformación y porcentaje de hueso para terneros sacrificados a 300Kg.....	110
Gráfico 10. Conformación y relación músculo-hueso para terneros sacrificados a 300 Kg.....	110
Gráfico 11. Porcentaje de carne para terneros sacrificados a 300 Kg y 550 Kg.	111
Gráfico 12. Porcentaje de hueso de los terneros sacrificados a 550 Kg.....	112
Gráfico 13. Variación relativa de los tejidos en función del aumento de peso.	113
Gráfico 14. Variación de los porcentajes de las categorías comerciales en porcentaje de canal con el aumento de peso vivo.	117

Gráfico 15. Variación de los porcentajes de las categorías comerciales en porcentaje de carne con el aumento de peso vivo.....	119
Gráfico 16. Representación tridimensional del color del músculo <i>longissimus dorsi</i> a las 24 horas del corte en terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.	121
Gráfico 17. Representación tridimensional del color del músculo <i>longissimus dorsi</i> a las 24 horas del corte en terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.	123
Gráfico 18. Representación tridimensional del color la grasa subcutánea a las 24 horas del sacrificio en terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	125
Gráfico 19. Representación tridimensional del color la grasa subcutánea a las 24 horas del sacrificio en terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.....	126
Gráfico 20. Recta de regresión para Dureza y Esfuerzo máximo.....	129
Gráfico 21. Recta de regresión para Carga máxima y Esfuerzo máximo.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Patrones fotográficos del estado de engrasamiento	32
Figura 2. Patrones fotográficos del estado de conformación.	35
Figura 3. Localización del despiece comercial en el animal vivo.....	41
Figura 4. Gráfica fuerza-desplazamiento con sus puntos característicos.....	49
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso calibración-validación.	52
Figura 6. Configuración básica de un instrumento de reflectancia.....	53
Figura 7. Raza Asturiana de los valles.	61
Figura 8. Raza Avileña-Negra Ibérica.....	64
Figura 9. Raza Morucha.	66
Figura 10. Raza Pardo alpina.	68
Figura 11. Raza Pirenaica.....	71
Figura 12. Raza Retinta.....	73
Figura 13. Raza Rubia gallega.	75
Figura 14. Medidas de la canal.....	80
Figura 15. Espacio de color CIE.	83
Figura 16. Esquema de los controles y recogida de datos de esta experiencia.	89

I. INTRODUCCIÓN

1. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LA CARNE VACUNA Y DE LA CANAL.

El concepto de calidad de la carne resulta complejo y difícil de definir, tanto por la diferencia de aspectos que afectan a los sectores implicados, como por la subjetividad de su apreciación (Cabrero, 1991a).

Al hablar de la calidad de la carne, Barriada (1995a) considera las cualidades que constituyen su valor nutritivo (calidad nutritiva) y sensorial (calidad organoléptica), junto con una serie de propiedades funcionales necesarias en el procesado y fabricación de los productos cárnicos (aptitud tecnológica); según algunos autores se debe incluir también la calidad higienico-sanitaria (Touraille, 1990).

En cualquier caso, se puede aceptar como calidad la adecuación del producto al uso que se le vaya a dar (Touraille, 1990), y este uso variar dependiendo de si nos referimos al matadero, al carnicero o al consumidor. Para el ganadero el principal parámetro de calidad que concierne directamente, por su efecto en el precio que reciben, es el tipo de canal, recibiendo una prima por las canales de mayor rendimiento y descuentos por las de menor (Allen, 1991). El carnicero, además de la calidad de la carne que le exige el consumidor, da importancia a la cantidad de carne en la canal. Si la proporción de carne en la canal es baja reducirá sus ganancias o aumentará el precio de venta, a fin de compensar el exceso de grasa y hueso que la canal contiene (Kauffman, 1968).

En última instancia esta calidad la determina el consumidor (Franco, 1997) que demanda por lo general, una carne de tipo magro, con un pequeño contenido de grasa y, ocasionalmente, algo de hueso, al mismo tiempo que considera en gran medida el color y la ternura como parámetros de aceptación (Cabrero, 1991b). De hecho, según Albertí et al. (1999), la demanda actual del mercado de la carne es la demanda creciente de canales musculosas que rinden porcentajes altos de carne magra, con piezas bien desarrolladas que sean de la categoría comercial Extra o Primera.

Aunque es cierto que las carnes se demandan muy magras, no por ello deben desestimarse las ventajas del tejido graso, tanto en la conservación-maduración de las canales, como en la degustación de la propia carne (Sanz Parejo, 1995).

El consumidor en el momento de la compra atribuye a la carne una calidad, en función de su color, textura y contenido graso que generalmente no se corresponde con la realidad (Cabrero, 1991c) prefiriendo la carne rosada de ternera y añejo que es asociada por el consumidor como una carne tierna, fresca y natural, aunque en realidad la preferencia del color esta basada en una falsa percepción de la terneza (Fernández, 1991).

Esta percepción puede variar, como demuestra que en los últimos diez años la presencia de carne roja de calidad en nuestro mercado se ha multiplicado por seis, lo que indica que también aquí nos integramos cada vez más en el mercado único de la U.E. (Aguado et al., 1997).

Esto confirma en cierto modo, la opinión de Naumann (1965) de que la calidad de la carne es un concepto dinámico que varía con el tiempo ya que depende de lo que le gusta al público. Esta definición no es muy concreta por la gran subjetividad de la misma. Hammond (1952) la definió como aquello que gusta más al público y por lo que pagaría más.

Esta definición muestra que es el consumidor el que establece, según su punto de vista, lo que es la calidad y que se trata, por lo tanto, de un criterio subjetivo, dependiendo de las civilizaciones y culturas, e incluso de las costumbres gastronómicas. Para el consumidor, una carne es considerada de calidad cuando manifiesta una buena consistencia, textura fina, color brillante y claro, mínimo tejido conjuntivo y una cierta grasa acorde con sus gustos (Mamaqi, 1997).

Aunque sean subjetivos, en opinión de Pascual (1991), la calidad supone fijar una serie de parámetros a los que debe ajustarse un producto normalmente elaborado de forma masiva, en serie o, al menos, de forma repetitiva.

Según Campo (1999), el cambio de costumbres, con menos tiempo para comer en familia y preparar la comida, hace que el consumidor se plantee la compra de "calidad" o "conveniencia", de forma que algo común en los países desarrollados ha sido la compra, no de carne en general, sino de cortes de mayor calidad.

A medida que se eleva el nivel de vida en las sociedades desarrolladas el consumo de carne de vacuno se dibuja como cada vez más selectivo, capaz de absorber a precios muy altos las mejores calidades, pero dispuesto a rechazar las categorías inferiores, para las que se buscan salidas distintas del consumo en fresco (industrialización, alimentos preparados) (Vandenberghe et al., 1988).

Por este cambio de costumbres, otro factor importante podría ser la paulatina introducción comercial de las porciones de carnes en bandejas, envasadas al vacío, o en las nuevas tecnologías de atmósferas controladas, etc., que sugieran al consumidor urbano su utilización concreta, se prestigien con altos estándares de control microbiológico, y tuviesen homogeneidad y continuidad en su suministro, a través de lo cual podrían introducirse los criterios de calidad de la ciencia comercial tradicional (Pascual, 1991)

La calidad de la carne está determinada por el veteado, color, firmeza y textura de la carne y grasa (Ozawa et al.,2000), aunque según Hildrum et al. (1999), la calidad de un producto cárnico se puede definir por su calidad nutricional, higiénica, tecnológica y sensorial.

Como hemos visto, y según Mamaqi (1996), todas las definiciones de calidad de la carne implican, de forma directa o indirecta, las características de composición de la canal como determinantes o influyentes del valor en el mercado.

En consecuencia, el conocimiento de la composición de la canal y de su carne resulta prioritario para determinar la calidad (Cabrero, 1991a) y muchos aspectos de la calidad de un producto dependen altamente de la composición química y del estado físico de las materias primas (Hildrum et al.,1999).

Para racionalizar todos estos juicios han desarrollado detalladas técnicas analíticas y sensoriales que permiten un mejor conocimiento de los parámetros que definen la calidad. Las características que determinan la calidad de la canal y de la carne presentan una amplia variabilidad y son el resultado de la interacción de un elevado número de factores, como el peso, raza, sexo, alimentación, manejo, transporte al matadero, estimulación eléctrica, congelación, etc (Mamaqi, 1997).

Debido a estos últimos factores, en opinión de Hildrum et al. (1999), se hacen necesarios métodos rápidos y no destructivos que determinen la composición química y otros parámetros de calidad de la carne. Estos métodos ayudarían a la clasificación rápida de las canales sin necesidad de detener el proceso (análisis "on line") y se podrían prever factores de calidad como la futura tenderización de esa carne, además, los métodos instrumentales de valoración más precisa serían de utilidad para el industrial.

No sólo porque le ofrecerían una mejor indicación del verdadero valor de la canal, sino también porque los ganaderos lo verían como un método más objetivo, y los sistemas de precios basados en métodos objetivos serían más aceptables para los productores (Allen, 1991).

De cara a la carne, uno de los métodos que podría conjugar estos factores es la espectroscopía de infrarrojo cercano que están jugando un importante papel al respecto con el desarrollo de muchas aplicaciones en las últimas dos décadas (Hildrum et al., 1999), y como método instrumental de valoración de canales, existen sondas de reflectancia óptica similares a las usadas en porcino, que aunque no sean más precisas que la valoración visual, tienen la ventaja de ser más objetivas y más fáciles de estandarizar (Pascual, 1991).

Una vez fijadas las características de calidad de la carne, el control de calidad durante un proceso productivo consiste en verificar que se cumplan los estándares previamente fijados al diseñar el producto (Pascual, 1991).

2. IMPORTANCIA DEL MÉTODO NIRS.

Las características físicas y químicas de la carne, incluyendo el contenido en grasa, son asunto de interés para consumidores y productores, al igual que su influencia en el precio, así como en el contenido nutricional (Mitsumoto et al., 1991).

Los métodos convencionales de análisis consumen demasiado tiempo en el análisis mismo, en ofrecer los datos, y muchos son destructivos de la muestra. Por esto no son viables para asegurar la calidad de una canal o de cualquier producto cárnico procesado, puesto que cuando tenemos los datos, ese producto ya ha abandonado la fábrica o el matadero.

En las dos últimas décadas, han aparecido métodos rápidos y no destructivos que permiten determinar la composición química y otros parámetros de calidad de los alimentos. Entre ellos se encuentra la espectroscopía difusa en el infrarrojo cercano (NIRS) (Oliván, 1999).

La industria lechera encontró la tecnología infrarroja útil para la rápida determinación de lactosa, proteína y grasa en la leche (Bjarno, 1982). El método NIRS empieza a ser ampliamente utilizado en las industrias de los cereales y de los alimentos ganaderos (Luna, 1994) y el éxito del uso de este sistema para la industria lechera estimuló la investigación dentro de esta utilidad en el análisis de muestras de carne (Bjarno, 1982).

De entre las ventajas del método NIRS, las más destacables son: la capacidad de estimar concentraciones de distintos parámetros a partir de una misma preparación, la posibilidad de analizar la muestra de nuevo, puesto que no es destruida ni alterada, y la más importante para el uso de determinaciones en línea, la rapidez del análisis.

Según Luna (1994), los principales inconvenientes del método son: el material necesario, la dependencia de las calibraciones, la complejidad de elección en los datos a procesar, y su falta de sensibilidad para los compuestos cuya concentración en la muestra es débil.

En cualquier caso, el mayor problema es la falta de estandarización del método, en cuanto a calibración y verificación de las ecuaciones de predicción, a la preparación de las muestras y de los propios aparatos en sí.

Para que los resultados de los estudios que se realizan sean comparables, Barton (1985), citado por Luna (1994), considera necesario en este sentido:

- Establecer criterios estándares sobre los métodos químicos convencionales que son la base de las ecuaciones NIRS. Esto se puede hacer extensivo a todas las determinaciones en general, ya sean física o químicas.
- Certificar los aparatos NIRS especificando las longitudes de onda con la mayor exactitud y repetibilidad posible, así como las regiones del espectro más apropiadas para las estimaciones. Además, los aparatos deberán disponer de programas informáticos adecuados para seleccionar el espectro, evaluar las muestras, y si es posible calibrar.
- Certificar las ecuaciones de calibración.

Para Hildrum et al. (1999), el gran potencial del análisis NIRS en control de procesos y productos en la industria cárnica está lejos de estar totalmente realizado.

Aunque en opinión de Oliván (1999), ya sea en una planta industrial o en laboratorio, la utilización de este método permite la obtención de información sobre las características de las muestras de una forma rápida y precisa, lo cual permite una reacción inmediata ante cualquier información aportada por las muestras.

A esto se une, que para análisis de rutina, haciendo comparaciones con el clásico análisis químico, el coste del análisis NIRS es modesto, desde que no requiere reactivos químicos, cristalería y consumibles, balanzas, extractores de humos, centrifugas, etc. (Garrido, 1999), no requiere personal especialmente cualificado y no genera residuos químicos que puedan dañar el medio ambiente.

Además, mientras que encontramos en la bibliografía estudios de espectroscopía NIRS para la predicción de cualidades químicas, no se encuentran apenas trabajos relacionados con parámetros físicos y/o sensoriales de cualquier material.

Debido a estos factores, en este trabajo dedicaremos un apartado al estudio de la capacidad de la espectroscopía NIRS para la predicción de los parámetros que definen la textura-dureza de la carne.

II. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Valorar el efecto del peso de faenado en las características de la canal, la calidad de la carne y el despiece comercial de los terneros.
- Comparar los índices productivos, la calidad de la canal y de la carne y el despiece comercial en siete razas autóctonas de terneros que se ceban en España.
- Estudiar la aptitud del método NIRS en el análisis de algunos de los distintos parámetros que determinan la calidad de la carne, y en concreto, de los que definen la terneza de la carne.
- Conseguir las ecuaciones de calibración para aparatos NIRS correspondientes a los parámetros anteriores.

La evaluación de los distintos efectos se llevó a cabo bajo las mismas condiciones de manejo y en una dieta de cebo intensiva basada en pienso, representando uno de los sistemas más generalizados en el sector productivo.

Con la información de este trabajo se pretende contribuir a:

- Orientar la producción de carne teniendo en cuenta las exigencias características del potencial consumidor, maximizando así su satisfacción.
- Mejorar la calidad global de la carne de las diferentes razas analizadas.
- Permitir un claro entendimiento entre la oferta y la demanda ofreciendo diferentes canales bien definidas por sus características.
- Tipificar y potenciar las distintas denominaciones y marcas de calidad.
- Orientar al productor de vacuno de carne acerca de las distintas características productivas de cada raza, facilitando la adecuación de su producto al mercado donde está establecido.
- Aumentar la rapidez y eficacia de los análisis cárnicos, potenciando la espectroscopía NIRS.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS.

1.1. CRECIMIENTO.

La capacidad de crecimiento para un peso dado, es la máxima ganancia media diaria que puede ser alcanzada cuando las condiciones sanitarias y de alojamiento son satisfactorias y los animales reciben dietas *ad libitum* con un alto contenido energético y alta ingestibilidad (Franco, 1997).

El crecimiento tiene dos aspectos: el primero es medido como el aumento de masa (peso) por unidad de tiempo y el segundo se refiere a los cambios en forma y composición que resultan de un crecimiento diferencial de las partes componentes del cuerpo (Berg y Butterfield, 1978).

El crecimiento, también denominado ponderal, hace mención a la evolución cuantitativa del organismo y representa el aumento global de peso vivo por unidad de tiempo (Kg/día). Existen diferentes formas para expresar el crecimiento ponderal, aunque las más empleadas son: el crecimiento ponderal absoluto y el relativo (ganancia media diaria) (Jimeno et al., 1996).

El crecimiento del feto durante la gestación es continuo y de forma exponencial, aunque se ralentiza en el último mes de gestación, a medida que nos aproximamos al momento del parto. Durante esta fase el crecimiento depende básicamente del potencial genético, de forma que las razas de gran tamaño tienen una velocidad de crecimiento mayor que aquellos otros animales de menor tamaño adulto. A partir del nacimiento, el crecimiento diario del ternero depende directamente de la alimentación y de su situación sanitaria.

Si estos dos factores están correctamente controlados, el peso del ternero evolucionará en función de su edad según una curva típica en la que se puede observar una primera fase con un crecimiento muy acelerado hasta los 300-350 Kg (9-10 meses), seguida de otra en la que el crecimiento es más lento, tendiendo progresivamente a estabilizarse a medida que el animal alcanza su peso adulto (Sierco, 1998).

El peso vivo se usa como medida del crecimiento total, pero existen varios factores que podrían limitar su utilidad como medida con un valor económico.

La utilidad del peso vivo está condicionada a su capacidad de predecir con exactitud el peso canal, en primer lugar, y después la porción comestible de la canal. Las condiciones previas a la pesada pueden afectar el valor del peso vivo y por lo tanto su valor predictivo del peso canal (Berg y Butterfield, 1978).

1.2. CAPACIDAD DE INGESTIÓN.

Como regla general, los animales que ingieren mayor cantidad de alimentos producirán más, ya sea leche, lana, músculos o grasa. Además, al aumentar la productividad, siendo constante o ligeramente más altos los gastos de mantenimiento, es una consecuencia lógica que la eficiencia se incremente (Preston y Willis, 1974).

La capacidad de ingestión varía con el individuo, el peso vivo, el tipo de animal, el sistema de producción y la raza.

La cantidad de alimento voluntariamente ingerida es un factor muy importante, y frecuentemente limitante en el caso de los forrajes, de la cantidad de energía y de los elementos nutritivos que el rumiante puede obtener de su ración cuando dispone de ella a voluntad.

La capacidad de ingestión de los animales es la cantidad de alimento que puede consumir según su peso y sus necesidades y la ingestibilidad de los alimentos es la cantidad que puede ser consumida por cada tipo de animales. Hay una gran interacción entre capacidad de ingestión e ingestibilidad por lo que sólo se pueden medir sus variaciones. Se compara la capacidad de ingestión de un mismo animal en diferentes estados, o de diferentes animales, para una misma ración. Se compara la ingestibilidad de los alimentos o de sus formas distribuyéndolas a los mismos animales.

Hay multitud de estudios que analizan los factores que determinan la ingestión de los alimentos en rumiantes. La capacidad de ingestión se mide en ensayos en los cuales la alimentación es *ad libitum*. Estos estudios incluyen características animales como la especie, peso y estado fisiológico, características alimenticias como el valor energético y método de conservación y procesado, y factores ambientales como la longitud del día y la temperatura.

A la hora de analizar la capacidad de ingestión del ganado vacuno hay que tener en cuenta que es diferente para el ganado lechero (que depende de la cantidad de leche producida), para las vacas de carne (que depende de la raza y el estado fisiológico) y para el vacuno en crecimiento (que depende del tipo de vacuno, de la producción, del sexo y de la raza).

La capacidad de ingestión se expresa normalmente como peso de materia seca voluntariamente ingerida (M.S.V.I.) con el fin de tener en cuenta las variaciones en el contenido de agua de los alimentos y de facilitar el cálculo de las raciones.

Normalmente se expresa la cantidad de materia seca ingerida con respecto al peso metabólico, que es el peso vivo en kilogramos elevado a 0.75 ($P.V.^{0.75}$), para poder comparar animales de tamaños muy diferentes.

1.3. INDICE DE CONVERSIÓN.

El índice de conversión expresa la capacidad de un animal para aprovechar la energía que extrae de los alimentos para aumentar su peso. Viene expresado por el cociente del peso del alimento ingerido y el peso ganado por el animal.

Este índice está condicionado por el peso medio de los terneros durante el periodo de cebo, así, conforme aumenta el peso de los animales, este índice tiende a aumentar de forma exponencial (Albertí, 1997). Esto es así, en tanto que la energía de mantenimiento aumenta linealmente con el peso metabólico, con lo cual el animal es menos eficiente y necesita de más energía (mayor consumo de alimento) para incrementar su peso.

Vemos que el índice de conversión se relaciona con la ingestión, puesto que los animales con consumos voluntarios altos, tendrán una ventaja en tasa de ganancia y eficiencia porque una alta proporción de la energía consumida es destinada a producción (Franco, 1997).

Asimismo, el índice de conversión aumenta para las razas precoces puesto que comienza a depositar grasa antes. Como el tejido muscular está formado de agua en sus $\frac{3}{4}$ partes aproximadamente, y la grasa solo tiene un 10 o un 20 %, el coste energético para crear y mantener tejido graso es mucho mayor que el tejido muscular, haciendo que baje la eficiencia alimenticia y aumentado el índice de conversión.

1.4. PESO VIVO.

Comúnmente el criterio de elección del momento de sacrificio del animal es el peso. Dependiendo de este peso elegido, y otros factores, la carne de ese animal entrará en una categoría determinada. Estas categorías comerciales de ganado vacuno varían y se intentan fijar por edades, desarrollo fisiológico o peso de la canal.

A efectos de la clasificación en matadero, según el BOE 2-4-1982, el ganado vacuno se divide en:

- Ternera: Animal macho o hembra que mantenga todos los dientes de leche y capaz de proporcionar una canal de peso comprendido entre 100 Kg de mínimo y 180 Kg de máximo.
- Vacuno joven: Animal macho o hembra, que tendrá su límite máximo de edad señalado con la erupción completa de dos incisivos permanentes.
- Novillo: Animal macho o hembra que tenga como mínimo una pieza dentaria de leche.
- Vacuno mayor: Animal macho o hembra con todos los incisivos permanentes.

No obstante, encontramos como uso común otro tipo de clasificaciones, como la que usa el Anuario de Estadística Agraria, que a partir de 1993, clasifica el ganado vacuno como Terneras, Novillas, Vacas y Toros, sin especificar más. Otra clasificación muy común es la utilizada en lonjas como la Lonja de Mercolleida o de Binefar, en las que estas categorías marcan el precio de la canal, y distinguen entre sexos y pesos. Estas categorías son:

- Ternera, es el animal hembra, que ocupa una de los siguientes intervalos de peso:
 - 180-220 Kg canal.
 - 221-260 Kg canal.
 - 261-300 Kg canal.
 - > 300 Kg canal.
- Ternero, es el animal macho, que ocupa uno de los siguientes intervalos de peso:
 - 200-240 Kg canal.
 - 241-280 Kg canal.

- Añejo, es el animal macho, que ocupa uno de los siguientes intervalos de peso:

281-320 Kg canal.

321-370 Kg canal.

- Vacas, que incluye tanto hembras como machos.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL.

A medida que el animal va creciendo, el aumento de peso va acompañado de alteraciones en la composición corporal, es decir, varían las proporciones de los principales tejidos: músculo, hueso y grasa.

Se ha demostrado que se puede expresar la evolución ponderal de un órgano o tejido, denotándolo y , con relación a otra característica corporal como puede ser el peso vivo total del animal, denotado por " x ", a través de una función exponencial de la forma:

$$y=K*x^a$$

donde:

y = peso del órgano estudiado.

K = constante llamada coeficiente de proporcionalidad.

a = coeficiente de alometría (característico para cada órgano).

- si $a = 1$ se habla de isometría. El órgano crece a la misma velocidad que el peso vivo total del animal.

- si $a > 1$ se habla de alometría positiva. El órgano crece más rápido que el peso vivo total del animal.

- si $a < 1$ se habla de alometría negativa. El órgano crece más despacio que el peso vivo.

El coeficiente a puede tomar diferentes valores (superiores o inferiores a uno) en función de la edad del animal. Un mismo órgano puede pasar de tener alometría negativa cuando el animal es joven a una positiva al estar el animal al final del engrasamiento (tejido adiposo) o a la inversa (tejido nervioso y óseo) (Pradal, 1989).

El objetivo esencial de todos los trabajos es mostrar que existe un orden, una prioridad en el desarrollo de las diferentes partes del cuerpo, de los diferentes órganos y de los diferentes tejidos. Así, por ejemplo, se ha determinado que los tejidos se desarrollan según el siguiente orden: nervioso, óseo, muscular y adiposo (Pradal, 1989).

Robelin y Tulloh (1992) mencionan dos fases bien definidas en la determinación de la composición corporal:

- el periodo desde el nacimiento hasta los 120 Kg de peso vivo.
- una fase posterior en la que se diferencia el desarrollo de los tejidos.

Cuadro 1. Síntesis de las variaciones en las canales de distintos genotipos utilizando diferentes criterios de evaluación.

IGUAL PESO	Se ven variaciones importantes en el porcentaje de músculo y de grasa. Las razas de madurez tardía y de mayor velocidad de crecimiento se encuentran más magras, y en una etapa de desarrollo inferior que las razas más precoces y de crecimiento más lento.
IGUAL EDAD	Se aprecian variaciones importantes en los pesos de canal. Se mantienen variaciones apreciables en la composición de la canal, dependiendo de la edad de evaluación y de las características de la dieta. Las razas más precoces tienden a estar en una etapa superior del desarrollo y con un mayor estacado de engrasamiento con relación a las razas de madurez tardía.
IGUAL PORCENTAJE DE GRASA	No se evidencian diferencias importantes en la composición de la canal. Las diferencias raciales reflejan variaciones en la relación M/H y en el reparto de la grasa en la canal. Las razas de madurez tardía tienden a presentar canales más pesadas y una mayor edad con respecto a las razas precoces y de menor tamaño.
IGUAL GRADO DE MADUREZ	La comparación racial se realiza a un mismo estado fisiológico. No se muestran diferencias importantes en la composición de la canal, salvo las debidas a eventuales diferencias en el reparto de los tejidos y en los patrones de engrasamiento de los distintos tipos biológicos.

Fuente: Adaptado de Fisher (1990).

Siendo la canal la unidad comercial de mayor importancia en el mundo de la carne, la canal determina el valor de un animal al ser enviado al matadero (Mamaqi,1996).

En forma relativa al peso canal el porcentaje de grasa disminuye en la primera etapa y aumenta en la siguiente; el porcentaje de músculo aumenta en la primera fase y disminuye posteriormente, mientras que el porcentaje de hueso desciende en la totalidad del crecimiento postnatal.

Los animales pueden ser sacrificados al llegar a una determinada edad, cuando alcanzan un cierto grado de deposición de grasa o cuando tienen un determinado peso vivo (Franco, 1997).

Estos distintos criterios para realizar el sacrificio pueden proporcionar resultados finales diferentes.

Estos tejidos en virtud de sus proporciones relativas, van a determinar el valor carnicero de los animales, y estas proporciones relativas varían dependiendo de cuando se realiza el sacrificio de los animales en las mismas razas, y varían también entre razas para el mismo criterio de sacrificio.

La caracterización de la canal incluye una amplia variedad de medidas cuyo propósito es facilitar el comercio mediante la descripción de los atributos más importantes que presenta la canal, teniendo en cuenta su contenido en términos de cantidad y calidad.

Los principales criterios de calidad utilizados para clasificar las canales de los animales son los siguientes:

- Peso de la canal.
- Rendimiento de la canal.
- Grado de engrasamiento.
- Estado de conformación.
- Medidas de la canal.

A continuación, se realizará una descripción de estos distintos criterios de clasificación de canales.

2.1. PRINCIPALES CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE CANALES.

2.1.1. Peso de la canal.

La definición precisa de canal depende de la especie animal de la que se trate. La canal bovina se define como el cuerpo entero del animal sacrificado tal y como se presenta después de las operaciones de sangrado, eviscerado y desollado, separada la cabeza a nivel de la articulación occipito-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 pélvica; no se presentarán las vísceras torácicas ni abdominales ni la ubre ni la grasa mamaria. (I.T.G.G., 1999).

El peso de la canal es un parámetro importante pues es objetivo y fácil de medir. Tiene una fuerte influencia en la variación del precio y está condicionado a las exigencias de los diferentes mercados (Delfa, 1994).

La demanda está basada en los diferentes sistemas de producción, que han fijado a lo largo del tiempo un peso de canal determinado, conformando el gusto del consumidor y el tratamiento culinario correspondiente. Tiene importancia ya sea desde el punto de vista de su composición tisular, química y también respecto a las piezas comerciales obtenidas de la canal.

Este criterio de peso de la canal está relacionado directa o indirectamente con todos los demás criterios de calidad de la canal: conformación, composición regional tisular o química de la carne (Mamaqi, 1996).

Según Franco (1997) a medida que aumenta el peso de la canal hay un aumento absoluto del músculo, la grasa y el hueso; sin embargo en términos relativos la proporción de hueso disminuye, la de músculo permanece constante y la de grasa aumenta. Esto va a determinar que para cada raza exista un peso óptimo de sacrificio que se corresponderá con el grado de madurez o edad biológica, expresado como porcentaje del peso adulto (Franco, 1997) y, puesto que el ganadero decide el peso de sacrificio, deberá considerar los aspectos indicados de cara a lograr unas canales con la composición adecuada, conforme a los gastos del mercado y que serán por otro lado, las más cotizadas (Cabrero, 1991a).

2.1.2. Rendimiento de la canal.

El rendimiento de la canal es la relación entre el peso de la canal y el peso vivo del animal, expresado en porcentaje. No influye directamente en la calidad de la canal en sí, pero es un parámetro importante para el ganadero ya que su rentabilidad depende en gran parte de él.

El rendimiento de la canal se ve influido por el peso vivo y por una serie de pérdidas de peso que se producen antes y después del sacrificio. Los animales más pesados tienen mayores rendimientos canales que los de menor peso (Seebeck y Tulloh, 1966).

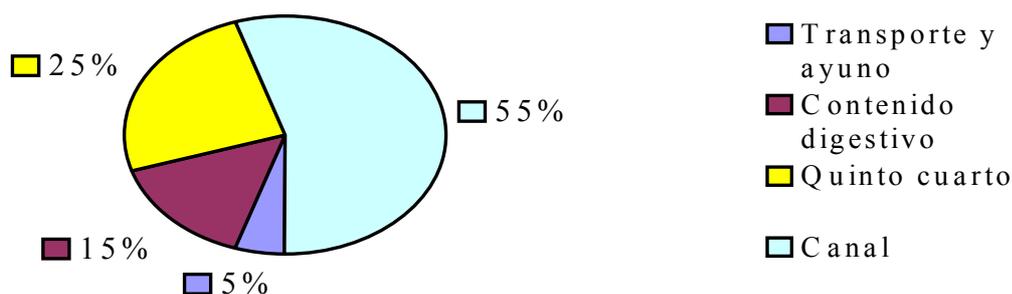
Las pérdidas mencionadas anteriormente son:

- pérdidas originadas en el transporte y ayuno, que suelen oscilar entre el tres y el diez por ciento (Blanco, 1998).

- pérdidas por eliminación del contenido digestivo, comprendido entre el 15 y el 20 % del peso vivo, según Cabrero (1991a), y del 8 al 18 % según Mamaqi (1996).

- pérdidas por eliminación del *quinto cuarto*, formado por los *caídos* (cuero, sebos y grasas, sangre y glándulas, los *despojos blancos* (proventrículos, intestinos y patas) y los *despojos rojos* (bazo, hígado, corazón, pulmones, testículos y cabeza) que según Cabrero (1991a) son del 25 al 30 % del peso vivo.

Gráfico 1. Rendimiento aproximado de la canal.



Fuente: Elaboración propia.

El rendimiento comercial es el que más se utiliza, y es el cociente entre el peso de la canal caliente menos el 2 %, o el peso de la canal fría, considerada como el peso a las 24 horas del sacrificio mantenida a 4°C, y el peso vivo al sacrificio, expresado en porcentaje (Gonzalez y Jimeno, 1996).

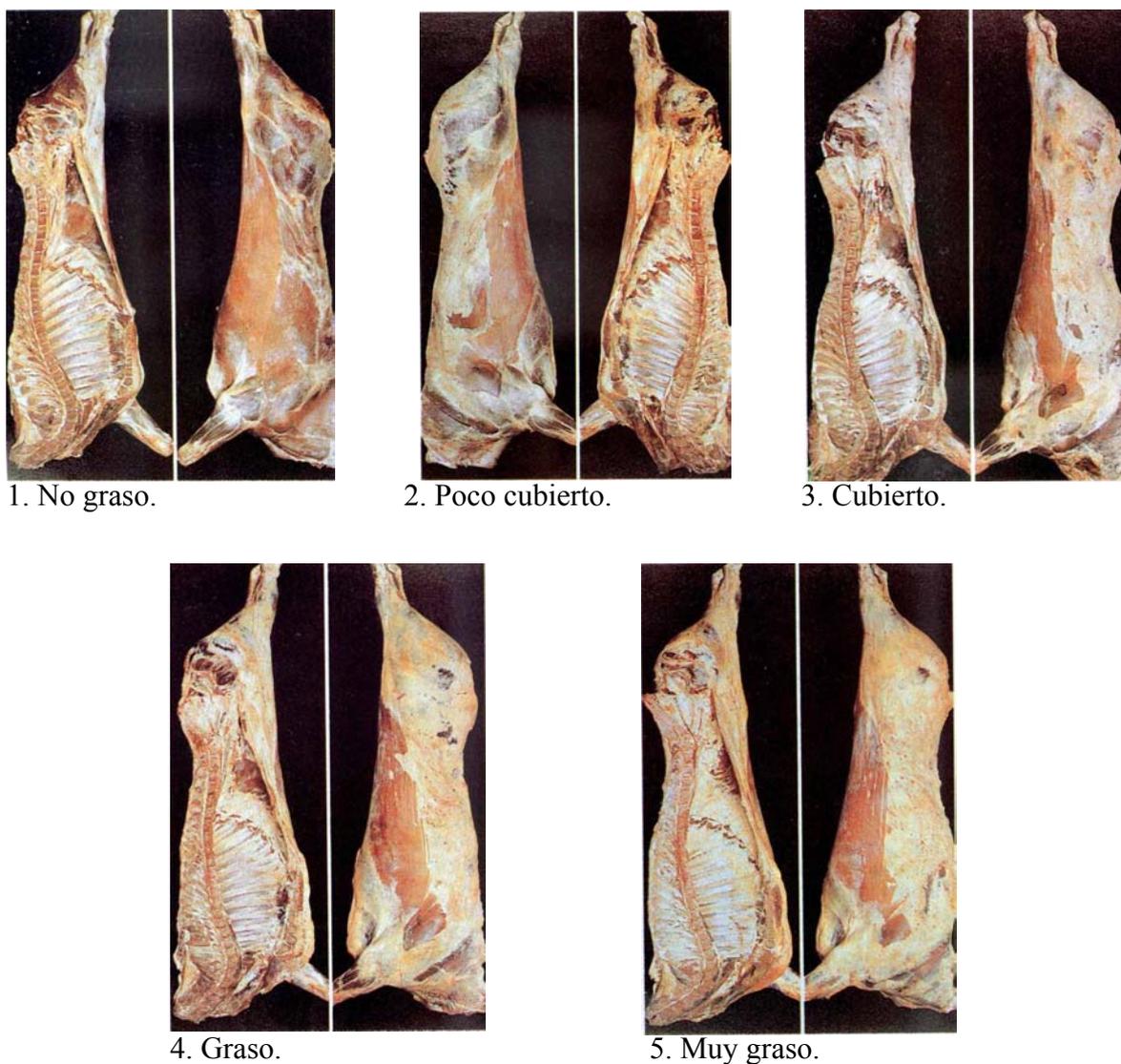
2.1.3. Engrasamiento.

El engrasamiento de la canal se valora, asignando un número del uno al cinco, de acuerdo con la extensión y espesor de la grasa superficial, considerando, en el caso de las terneras, el tejido adiposo existente en las cavidades naturales (Cabrero, 1991b).

Estos valores se asignan por comparación con unos patrones fotográfico establecidos en la normativa europea.

Cada una de los valores señalados (1,2,3,4,5) puede ampliarse con el indicativo "+" o "-". Así, se pueden encontrar quince clasificaciones.

Figura 1. Patrones fotográficos del estado de engrasamiento.



Fuente: E.U.R.O.P.

Cuadro 2. El engrasamiento en la normativa europea. Reglamentos (C.E.E.) 1208/81; (C.E.E.) 2930/81; (C.E.E.) 1026/91.

CALIFICACIÓN	ASPECTO
1 NO GRASO	Cobertura de grasa inexistente o muy débil. Sin grasa en el interior de la cavidad torácica.
2 POCO CUBIERTO	Ligera cobertura de grasa, músculos casi siempre aparentes. En la cavidad torácica, los músculos intercostales se aprecian perfectamente.
3 CUBIERTO	Músculos, excepto pierna y espalda, casi siempre cubiertos, escasos acúmulos de grasa en el interior de la cavidad torácica donde los músculos intercostales son aún visibles.
4 GRASO	Músculos cubiertos de grasa pero aún parcialmente visibles al nivel de la pierna y de la espalda, algunos acúmulos pronunciados de grasa en el interior de la cavidad torácica. En dicha cavidad los músculos intercostales son aún visibles.
5 MUY GRASO	Toda la canal cubierta de grasa, acúmulos importantes de grasa en el interior de la cavidad torácica. la pierna está casi totalmente cubierta de una espesa capa de grasa. En la cavidad torácica, los músculos intercostales están infiltrados de grasa

Fuente: E.U.R.O.P.

2.1.4. Conformación.

En 1974, la Asociación Europea de producción Animal (E.A.A.P.) definió la conformación como "Espesor de la carne y de la grasa subcutánea, con relación a las dimensiones del esqueleto (De Boer et al., 1974).

De forma general, se puede decir que la conformación es una característica de la canal que, evaluada subjetivamente, pretende medir la cantidad de carne en una canal, especialmente en las partes más selectas. Es función del desarrollo muscular y de los depósitos de grasa acumulados en el exterior y entre los músculos (Mamaqi, 1997). Según Delfa (1994), la conformación referida a la canal será una consecuencia de la proporción de sus diferentes tejidos y de la distribución de sus distintas regiones anatómicas.

Cabrero (1991a) opina que la relación de la conformación con la composición, despiece y calidad de la canal no parece claramente definida, mientras Colomer (1992) aduce que la aceptación del sistema por la C.E. y el mercado en general es prueba de que la conformación es un buen indicador de la calidad de la canal aceptando como calidad el valor comercial que el comprador atribuye a la buena conformación.

Las canales se clasifican por medio de una escala establecida en los Reglamentos (C.E.E.) nº 1208/81, R. (C.E.E.) nº 2930/81 y R. (C.E.E.) nº 1026/91. Esta escala se divide en seis categorías correspondientes a las siglas S.E.U.R.O.P., que se pueden ampliar a 18 por medio del indicativo "+" o "-".

Cuadro 3. Clasificación subjetiva de la conformación de la canal.

S SUPERIOR	Todos los perfiles extremadamente convexos; desarrollo muscular excepcional con dobles músculos (tipo culón)
E EXCELENTE	Todos los perfiles convexos a superconvexos; desarrollo muscular excepcional.
U MUY BUENA	Perfiles convexos en conjunto; fuerte desarrollo muscular.
R BUENA	Perfiles rectilíneos en conjunto; buen desarrollo muscular.
O MENOS BUENA	Perfiles rectilíneos a cóncavos; desarrollo muscular medio.
P MEDIOCRE	Todos los perfiles de cóncavos a muy cóncavos; escaso desarrollo muscular.

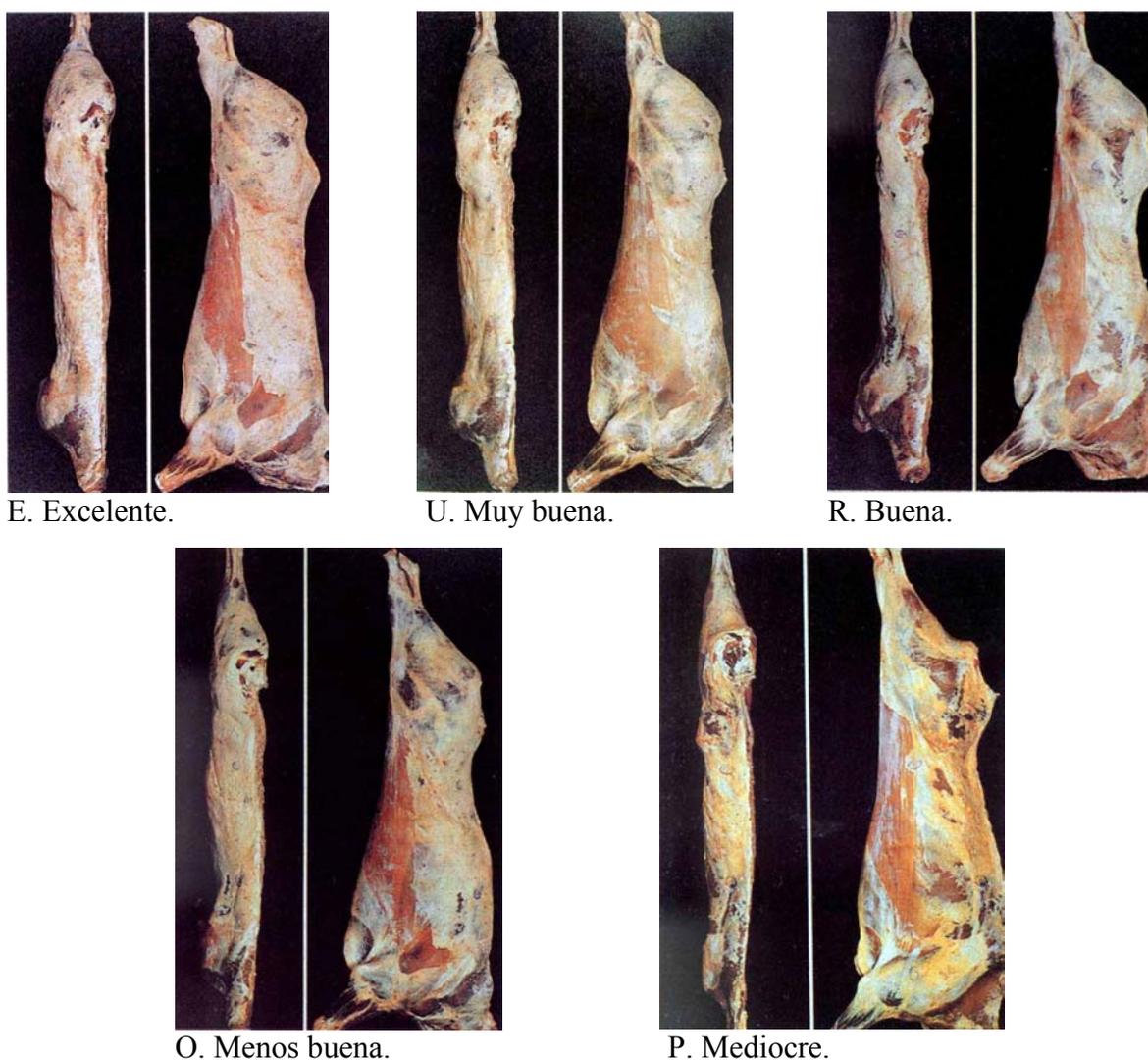
Fuente: E.U.R.O.P.

Esta clasificación se puede realizar por medio de medidas de la canal (estimación objetiva) o por la comparación con patrones fotográficos (estimación subjetiva).

El uso de los patrones fotográficos tiene el inconveniente de la variabilidad de resultados entre técnicos, e incluso un solo evaluador se ve afectado por el "efecto hornada", que es el condicionamiento que crea sobre el operador una serie de canales de cierta conformación a la hora de evaluar la siguiente serie.

Aun con todo se utiliza más que la objetiva debido a que se evitan así las excesivas manipulaciones de la canal de esta forma (Colomer, 1992).

Figura 2. Patrones fotográficos del estado de conformación.



Fuente: E.U.R.O.P.

Solo se indican los patrones fotográficos correspondientes a la clasificación E.U.R.O.P., vigente hasta 1991, con el fin de poder comparar con estudios similares.

La relación entre la conformación y la composición de la canal es moderada o baja, no estando claramente definida (Kempster y Harrington, 1980; Colomer et al., 1980; Mamaqi, 1997).

Butler et al. (1956) indican que en canales con distinta conformación, pero de similar nivel graso y peso, las variaciones relativas resultan pequeñas y los resultados de despiece prácticamente iguales.

Sin embargo, la relación músculo-hueso es superior en los animales de mejor morfología.

De experiencias en Nueva Zelanda entre los años 1975-1979 se extrajeron como conclusiones que los factores determinantes de este carácter se pueden separar en diferencias dentro de un genotipo y entre genotipos. Los factores que afectan a la conformación dentro de un mismo genotipo son el peso y el grado de engrasamiento según Colomer (1992) a los que Mamaqi (1997) añade el grado de desarrollo y el sexo. Entre razas las diferencias son debidas a la diferente forma de los huesos y músculos, al peso diferente de los músculos y a la particular relación peso del músculo /peso del hueso.

2.1.5. Medidas de la canal.

Para estimar la conformación de una canal sin utilizar una estimación subjetiva, se recurre a una serie de medidas de la canal. El resultado de estas medidas y sus relaciones, permiten obtener diferentes índices que expresan objetivamente el grado de conformación de la canal y de alguno de sus regiones anatómicas.

Son muchas las posibles medidas susceptibles de realizarse sobre la canal bovina con este propósito. La heterogeneidad de estas medidas corporales adoptadas por diferentes autores en los estudios de conformación hace difícil la comparación de sus resultados (Colomer-Rocher, 1992).

Para Berg y Butterfield (1979), los intentos para determinar la composición de la canal han sido muy numerosos, pero las medidas que pueden tomarse en una canal y que han sido probadas en cuanto a su utilidad para determinar la composición de la misma, abarcan el peso de la canal, espesor de la grasa dorsal, el área del músculo *longissimus dorsi* (área del lomo), el peso de la grasa de riñonada, la longitud de la canal, la anchura de la canal y la profundidad de la canal. En otros estudios, como los realizados en Nueva Zelanda entre 1975 y 1979, citados por Colomer-Rocher (1992), también midieron las dimensiones y peso de los huesos. De estos estudios se concluye que los huesos de canales bien conformadas son relativamente más cortos y gruesos que los de conformación deficiente, y la mejor conformación está asociada a una mayor cantidad de músculo y a una superior relación músculo-hueso.

En cuanto a las medidas de longitud, anchura y profundidad y diversas combinaciones y cocientes de estas medidas lineales, han sido de poca utilidad en la valoración de la composición.

El músculo dorsal (m. *longissimus dorsi*) es un músculo de maduración tardía, por ello y por la precisión y facilidad con la cual se puede medir ha sido uno de los músculos más utilizados (Sainz y de la Torre, 1993).

Del mismo modo, el área del lomo, medida en la costilla, presenta una relación pequeña y positiva con la musculatura total (Berg y Butterfield, 1979). Para Preston y Willis (1974), es claro que el tamaño del *longissimus dorsi* es una función del peso de la canal.

2.1.6. Composición física de la canal.

La composición de la canal es medida por los cambios en las proporciones de músculos, grasa y huesos mientras el animal está en el proceso de crecimiento. Un ternero al nacer tienen en su canal cerca de dos partes de músculo por cada parte de hueso. En el periodo postnatal, los músculos crecen relativamente más rápidas que los huesos, por lo que el cociente músculo-hueso aumenta (Berg y Butterfield, 1979).

Todas las definiciones de calidad de la canal implican de forma directa o indirecta, las características de composición de la canal como determinantes o influyentes del valor en el mercado (Mamaqi, 1996). En consecuencia, el conocimiento de la composición de la canal y de su carne resulta prioritario para determinar la calidad.

Según Sañudo y Sierra (1986), la canal con una composición óptima sería aquella que tuviera el mayor porcentaje de piezas de primera categoría junto con la mayor cantidad posible de músculo, la mínima de hueso y la adecuada de grasa para darle una sapidéz idónea.

2.1.6.1. Músculo.

El músculo es el componente de la canal más importante cualitativamente y es el objetivo por el cual se sacrifica al animal, por lo que aumentar su contenido en la canal es muy importante. De hecho, para Preston y Willis (1974), en términos económicos, estamos interesados principalmente en la cantidad de carne comestible, específicamente en aquella parte que se designa como de primera calidad.

El problema se encuentra en la definición de parte comestible, ya que aunque la carne magra separable y el peso total de los músculos se relacionan con la cantidad de carne comestible, estos rasgos no son sinónimos (Berg y Butterfield, 1979).

La legislación española en el Real Decreto 1728/1987 consideraba el concepto de carne como:

“Parte muscular comestible de los animales de abasto, sacrificados y faenados en condiciones higiénicas, incluyendo en este concepto las partes de grasa, huesos y cartílagos, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos, que normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de éste en los procesos de manipulación, preparación y transformación de la carne”.

Mientras que la normativa comunitaria, en 64/433 C.E.E., lo hacía como:

“Todas las partes aptas para el consumo humano de animales de las especies bovina, porcina, ovina y caprina, así como de solípedos domésticos”.

Esto se debe a que, ni todo el músculo es comestible (se debe tener en cuenta la habilidad del carnicero para aprovechar las piezas), ni la parte comestible es solo músculo, ya que se suele incluir una parte de grasa que envuelva al músculo. Esta porción de grasa es variable en cuanto a la aceptación de la grasa por parte del consumidor en los distintos mercados, introduciendo una fuente de gran variabilidad en el concepto de parte comestible.

Actualmente, las dos legislaciones coinciden en sus definiciones, presentes en R.D. 218/1999 y 95/5 C.E.E. como:

“Todas las partes aptas para el consumo humano, provenientes de animales de las especies bovinas (incluidas las especies *Bubalus bubalis* y *Bison bison*), porcina, ovina, caprina y solípedos domésticos, gallinas, pavos, pintadas, patos y ocas, conejos y caza de cría y caza silvestre”.

2.1.6.2. Grasa.

El tejido adiposo está considerado como el principal órgano de almacenamiento de energía en los animales. Se desarrolla en diferentes lugares anatómicos, tanto a nivel externo (depósitos subcutáneos), como a nivel de órganos más profundos (estómago, intestinos...). Este tejido está constituido de células, los adipocitos, cuya principal particularidad es la de almacenar lípidos y movilizarlos (Isuskiza, 1998).

Este tejido permite asegurar un equilibrio entre las necesidades y los aportes en los animales. Cuando hay una sobrealimentación, se almacenan reservas en el tejido adiposo y luego se utilizan en periodo de déficit.

El tejido adiposo de la canal está constituido básicamente por cuatro tipos de grasa, interna, intermuscular, subcutánea e intramuscular, que sería la más importante para alcanzar una calidad sensorial mínima en la carne (Sañudo y Campo, 1997).

Los adipocitos son capaces de sintetizar ácidos grasos, de esterificarlos en triglicéridos y posteriormente de hidrolizar estos lípidos para poner los ácidos grasos a disposición de los tejidos.

- Composición:

El término grasa animal comprende igualmente todas las especies de lípidos, incluyendo triglicéridos, fosfolípidos, esteroides y ésteres de esteroles y otros lípidos si están presentes (Dugan jr., 1994).

1. Triglicéridos:

La grasa natural se compone principalmente de glicerol esterificado con cadenas de ácidos grasos de un número variable de átomos. Aunque en la grasa cárnica están presentes pequeñas cantidades de mono y diglicéridos, los triglicéridos predominan.

2. Ácidos grasos:

Los ácidos grasos encontrados en los triglicéridos y otros lípidos difieren en la longitud de la cadena hidrocarbonada y en el tipo de enlaces que establecen sus átomos de carbono.

La mayoría de los ácidos grasos encontrados en la grasa animal constan de una cadena lineal con un número par de átomos de carbono predominando los ácidos grasos saturados y monoinsaturados. Los saturados responden a la fórmula general $C_nH_{(2n+1)}COOH$, y los más comunes, según Dugan jr. (1994) son:

- Ácido oléico: $CH_3(CH_2)_7=CH(CH_2)_7COOH$
- Ácido linoleico: $CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2(CH_2)_7COOH$
- Ácido linolénico: $CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$

Mientras que, según Lawrie (1966), los saturados más comunes son:

- Ácido palmítico: $C_{15}H_{31}COOH$
- Ácido linoleico: $C_{17}H_{35}COOH$

- **Función de la grasa.**

Como ya se ha dicho antes la grasa está constituida por los depósitos internos intermusculares, subcutáneos e intramusculares del tejido adiposo, siendo el componente físico de la canal que presenta mayor variabilidad en el aspecto cuantitativo o cualitativo.

Las funciones de la grasa en la calidad de la carne son importantes dependiendo de donde se deposite y para quién. Así:

- La grasa intermuscular interesa especialmente al carnicero, ya que le sirve para dar consistencia a sus cortes, siempre que no esté en exceso (Cabrero, 1991a).

- La grasa intra muscular interesa sobre todo al consumidor, pues es determinante del sabor y aroma particular de la carne para cada especie (Franco, 1997), y según Sañudo y Campo (1997) pequeñas cantidades de esta grasa son necesarias para lubricar las fibras musculares y así favorecer la jugosidad y el flavor del producto cocinado.

- La grasa interior (pélvica y de riñonada) que, aunque a escala comercial son mantenidas en la canal, presentan un escaso valor y el carnicero las elimina al carnizar, pero su presencia contribuye a aumentar el peso (Cabrero, 1991a).

- La grasa de cobertura o subcutánea interesa en opinión de Cabrero (1991a) al matadero ya que se reducen pérdidas, evita la desecación y el oscurecimiento de la canal durante la refrigeración, así como podría favorecer los mecanismos enzimáticos que influyen en la maduración de la carne y evita las quemaduras por frío del músculo (Franco, 1997; Olsina, 1977; Muñoz, 1978).

- **Veteado.**

El veteado, marmoreado, marmolado o "marbling" es la grasa presente en los espacios interfasciculares del músculo (Kauffman y Marsh, 1994) y favorece la calidad de la carne incrementando su jugosidad y terneza.

El marmolado aumenta con la edad (Kauffman y Marsh, 1994) por lo que la carne de animales viejos, que suele ser más dura, a consecuencia de la mayor cantidad de grasa de infiltración, puede ser más jugosa y su sabor será mas fuerte (Zea y Díaz, 1991a).

La baja conductividad térmica de la grasa puede sugerir la hipótesis de que la carne marmolada podría resistir temperaturas de cocinado externas más altas sin sobre calentarse internamente. Esto podría explicar en parte porque esta carne es más adecuada en los métodos de cocinado más severos.

Además la carne picada preparada con una carne bien vetuada se encoge menos, suelta menos grasa y es más jugosa y apetitosa que la conseguida con carne muy magra a la que se añade grasa (Kauffman y Marsh, 1994).

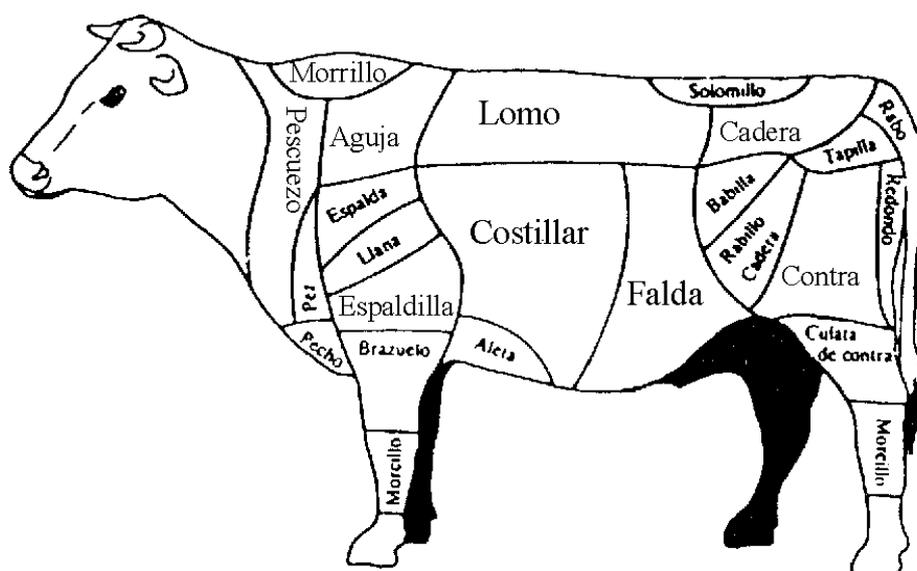
2.2. DESPIECE COMERCIAL.

En la comercialización de la carne, tanto en forma de canales, como de sus unidades, se ha hecho imprescindible la normalización según tipos homogéneos y con unas características cualitativas predeterminadas (Cabrero, 1991b).

Las piezas cárnicas obtenidas de una canal son inherentes al despiece que se realice sobre ella; en el vacuno, merced a la iniciativa tomada en 1975 por la Dirección General de Comercio Alimentario, con gran difusión y respaldo entre el gremio nacional de carniceros, este despiece está prácticamente normalizado y se realiza, salvo ligeras variaciones, de idéntica forma en todo el territorio del estado (Agüera et al., 1986c).

No obstante, pueden existir diferencias a la hora de realizar el despiece en algunas regiones que pueden condicionar el número de las piezas resultantes, pero no son diferencias muy importantes.

Figura 3. Localización del despiece comercial en el animal vivo.



Fuente: Sañudo y Campo, 1997.

El despiece de una canal establece grupos musculares diferenciados en base a su calidad y uso para el cocinado, lo que se traduce en distinto valor de las piezas cara al mercado (Cabrero, 1991b). De esta forma encontramos, como categorías comerciales, en vacuno, Extra, Primera, Segunda y Tercera.

2.3. CATEGORÍAS COMERCIALES.

2.3.1. Categoría Extra o Especial.

Esta categoría está integrada únicamente por el solomillo, siendo la pieza más apreciada y de mayor precio. Representa el 1.96-2.21 % del peso de la canal, oscilación que viene dada por la clase y calidad.

Puede resultar un lujo sacar filetes, pues se expende generalmente la pieza entera, al ser ideal para asados (Agüera et al., 1986a).

2.3.2. Categoría Primera.

Esta categoría comercial se puede subdividir en categoría Primera A y Primera B. Dentro de Primera A, se incluyen las siguientes piezas: Lomo, Cadera, Babilla, Tapa, Redondo, Tapilla de cadera y Contra. En la categoría Primera B, encontramos: Rabillo de cadera, Espaldilla, Culata de contra, Aguja y Pez.

Esta categoría agrupa a piezas tiernas para asar, asar a la parrilla o freír (Agüera et al., 1986a).

2.3.3. Categoría Segunda.

Esta categoría constituye un 12-13 % de la canal del vacuno mayor, un 12.5-13.5 % de la ternera y el 14-15 % de las canales de añojo y vacuno menor respectivamente.

Incluye la Llana, Falsa babilla y los Morcillos trasero y delantero.

Son piezas de blandura media, buenas para cocinar con calor húmedo. También para cocidos y guisados (Agüera et al., 1986d).

2.3.4. Categoría Tercera.

La carne de Tercera categoría sólo representa en la canal de ternera el 14-15 % de su peso; en la canal de añojo es del orden del 16-17 %; llegando en las de vacuno mayor y menor al 19-21 %.

Las piezas incuidas en ella son: Falda y diafragma, Filete de rellenar, Trapillos, Pescuezo, Costillar, Pecho o aleta y recortes.

En general, estas carnes se utilizan para guisados; el cocido es otro procedimiento culinario muy apto para utilizar dichas carnes (Agüera et al., 1986d).

3. CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE.

3.1. COLOR DEL MÚSCULO.

El color de la carne y de la grasa es un aspecto fundamental de su calidad, ya que es determinante en las preferencias de los diversos eslabones de la cadena de comercialización (Albertí et al., 1993b).

El color es la característica más importante y variable a la hora de la elección de una carne (Prescott y Hinks, 1968; Pearson, 1966).

Por ejemplo, los industriales constituyen grupos de carne homogéneos según el color. En los supermercados, colores heterogéneos representan un problema para la presentación de la carne. Finalmente, el color de la carne está cada vez más integrado en las especificaciones de procedimientos de calidad (Denoyelle y Jabet, 1997)

El color del músculo, tal como es percibido por el consumidor, depende de la cantidad y el estado físico-químico de la mioglobina (Lawrie, 1966), además de la estructura muscular que interviene sobre la absorción y difusión de la luz incidente (Cabrero, 1991c).

Las variaciones de estos parámetros van a estar condicionadas por el pH, la temperatura, la humedad relativa, el nivel de exposición a la luz, la contaminación bacteriana, la presión parcial de oxígeno, y la capacidad oxidativa de los músculos (Smulders et al., 1991) de forma que la consideración de las distintas formas de la mioglobina en la carne permite un mejor entendimiento de los cambios de color (Cabrero, 1991c).

Según Cabrero (1991c) la mioglobina en la carne fresca sin alteraciones se presenta en tres estados fisico-químicos:

- Mioglobina reducida: Mb(Fe⁺⁺). Su presencia otorga a la carne un color rojo púrpura, siendo el color que presenta la carne internamente o el que se aprecia inmediatamente después de efectuado su corte.
- Oximioglobina: MbO₂(Fe⁺⁺). Confiere a la carne un color rojo vivo, producido al contacto con el O₂ del aire (Fox, 1994) y resulta un color agradable que el consumidor aprecia.
- Meta mioglobina: Met Mb(Fe⁺⁺⁺). Origina en la carne un color rojo-pardo oscuro, poco agradable a la vista y que el consumidor rechaza al asociarlo a la carne en mal estado.

La apariencia del color de la carne fresca está principalmente determinado por la cantidad de oximioglobina presente en unos dos mm de espesor de la superficie externa al corte.

Conforme transcurre el tiempo, el oxígeno penetra en el tejido, resultando un gradiente de oxígeno desde casi la saturación en la superficie hasta cero unos centímetros por debajo. El interior de la carne permanece rojo púrpura debido a la mioglobina.

Entre la capa externa roja y la interna púrpura existe generalmente una fina película parda de pigmento con el hierro en estado oxidado (Met Mb(Fe⁺⁺⁺)) (Fox, 1994). Esta última reacción ocurre por la oxigenación a presiones parciales de oxígeno bajas (Brooks, 1929; George y Stratman, 1952).

Las tres formas de pigmentos son caracterizadas por tres espectros de absorción que permiten analizar el color de las muestras de carne. A 525 nm existe un punto donde la absorción de la luz es idéntica para las tres formas de pigmentos (Renerre, 1982).

Para Beriaín y Lizaso (1997) los factores antemortem como la raza, sexo, edad, régimen alimenticio y manejo, así como el transporte y el estrés antes del sacrificio pueden influir en el color inicial de la carne.

El tratamiento tecnológico que se aplique a la misma tanto durante el desarrollo del *rigor mortis*, como durante la maduración y venta posterior pueden afectar a la estabilidad del color (Beriaín y Lizaso, 1997) de forma que en una refrigeración normal, la mioglobina se oxida y la carne mejora su color, pero una maduración prolongada a temperatura relativamente alta favorece la formación de metamioglobina (Cabrero, 1991c).

La temperatura de almacenamiento debe ser cercana a cero grados ya que produce una superficie más brillante y ralentiza la decoloración de la carne (Beriaín y Lizaso, 1997).

Las características físicas de la carne, principalmente las propiedades de reflexión y absorción de la luz incidente, influyen de modo importante en la percepción del color.

Para una misma tasa de pigmentos el color puede variar dependiendo del pH, ya que las fibras musculares, según su grado de hidratación, reflejan la luz en mayor o menor grado. Así, para un pH elevado la luz es absorbida presentando un color más oscuro (Cabrero, 1991c).

Inmediatamente después del sacrificio, la carne es translúcida y aparentemente oscura puesto que se difunde débilmente la luz. En la fase de rigidez, a pH 5.5 el músculo se hace más opaco, difundiendo gran parte de la luz, resultando su color más claro (Cabrero, 1981c; Franco, 1994).

El sexo tiene una influencia importante presentando las hembras mayor concentración de mioglobina que los machos a una misma edad debido a que son más precoces, por lo que la carne es más oscura (Beriaín y Lizaso, 1997). Sin embargo, si la comparación se realiza para un mismo grado de madurez, no se encuentran diferencias en la concentración de pigmentos entre machos y hembras.

Según Lapiere et al. (1990), el efecto de la alimentación sobre el color parece más evidente en animales jóvenes, intensificándose el color con concentraciones mayores de hierro en la dieta, así como con el ejercicio a cualquier edad por la mayor concentración de pigmentos hemínicos (Barriada, 1995).

La carne de los animales criados en sistemas de explotación intensivos presentan un color más claro que los de sistemas extensivos debido a la menor actividad muscular, a que las dietas ricas en forraje aportan coloraciones más oscuras a la carne y al mayor plano de alimentación por otro (Beriaín y Lizaso, 1997). Este efecto de la alimentación sólo es patente en animales de cierta edad; en animales jóvenes apenas se depositan carotenos que influyan en el color.

Según Pearson (1996), la diferencia de engrasamiento entre razas podría ser el motivo de colores más claros y Smulders et al. (1991) dicen que el nivel alimenticio puede afectar al color a través de una mayor disposición de grasa intramuscular conduciendo a una carne más clara.

Aunque hay tendencia a que el color varíe en todos los músculos del individuo en conjunto (Barriada, 1995a), se ha apreciado una variabilidad importante entre músculos de la canal (Lawrie, 1950; Prescott, 1968; Renner, 1982) resultando más intenso en los sometidos a una mayor actividad funcional (Barriada, 1995b).

Además, los diferentes músculos presentan distinta estabilidad del color siendo el *longissimus dorsi* uno de los más estables y el *psoas major* de los que menos vida útil presentan (Berriain y Lizaso, 1997).

Una causa de la importancia del color es su utilidad como factor de categorización de las canales apreciado en el conjunto de la misma, y se expresa por un número del 1 al 5, según sea:

- 1- rosa claro
- 2- rosa
- 3- rojo claro
- 4- rojo
- 5- rojo oscuro

El consumidor español prefiere las tonalidades claras, al asociarlo a carne de animales jóvenes, lo que puede conducir a errores en determinadas ocasiones en que existen coloraciones claras por procesos indeseables (tratamiento con tirostáticos, carnes más o menos P.S.E., etc.) (Mamaqi, 1997).

El color de la carne se puede determinar de forma objetiva por el método químico, expresado en concentración de hematina o de pigmentos hemínicos, o con métodos físicos por medio de colorímetros o espectrocolorímetros expresado el color mediante las coordenadas de color del espacio CIE, L* (claridad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo).

Para algunos autores, el rango de valores de claridad (L*) en el color de la carne de las categorías de bovinos más comercializados en España oscila aproximadamente ente 37 y 42 siendo toda ellas carnes claras, tal y como son apreciadas por el consumidor español (Albertí et al., 1993a).

3.2. COLOR DE LA GRASA.

La grasa y su distribución constituye un aspecto del máximo interés en la comercialización de la canal (Berg y Butterfield, 1976), en base a su estrecha relación con el músculo y la importancia que por sí misma presenta.

El color de la grasa es un factor que influye en las preferencias de los consumidores (Mamaqi, 1996). Esto es así, de tal forma que se ha incluido este parámetro como criterio de depreciación de calidad en muchos sistemas de clasificación. En la mayoría de ellos, el color es determinado subjetivamente resultando en términos arbitrarios como: blanca, crema, amarillo limón, blanco céreo, etc...

La variación de color más común, va desde el matiz débilmente rosado del vacuno joven o de los lotes alimentados con pienso, hasta el amarillo en los animales viejos o alimentados con pasto. Esta variación se debe principalmente a los carotenos del forraje que se depositan en la grasa (Jay y Fox, 1994).

La gran variación que encontramos en el color de la grasa se debe a la diferente ingestión de carotenos (pienso o forraje) y a la distinta absorción en el intestino de carotenos, xantófilas y pigmentos de la dieta.

Algunos consumidores consideran la carne con grasa amarillenta como de inferior calidad, pues piensan que procede de animales viejos o lecheros (Barton, 1970), pero según Ziegler (1968), el que una canal de un animal joven tenga la grasa de color amarillo no significa que la grasa sea de inferior calidad si esta es seca y consistente. Además, como el ganado producido con pasto ingiere más carotenos, los animales jóvenes pueden tener una grasa amarilla, pero una carne más tierna (Jay y Fox, 1994).

Como los tonos amarillentos, se deben a los carotenoides, que son una forma de almacenar la vitamina A, el perjuicio es solamente estético, e incluso su valor nutritivo es mayor a la de una grasa blanca o rosácea.

3.3. TERNEZA.

La textura de un alimento es una propiedad multidimensional que se define como el conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto perceptibles por los mecano-receptores, los receptores táctiles, y en ciertos casos, los visuales y los auditivos (ISO, 1992).

La textura es un concepto complejo que comprende muchos factores. La sensación más importante es la dureza-terneza ya que en la carne cocinada explicaría 2/3 de las variaciones de la textura. (Sañudo, 1991).

La terneza puede ser definida como la facilidad, percibida por el consumidor, con la que la estructura de la carne puede ser desorganizada durante la masticación. Aunque la terneza no puede ser estrictamente definida en términos físicos, envuelve la aptitud de la carne para ser cizallada, comprimida y medida durante su consumo y todo ello depende directamente de las propiedades mecánicas del músculo (Lepetit y Cuilioli, 1994).

La terneza de la carne depende de las estructuras proteicas del tejido conectivo (colágeno, elastina, reticulina,...), las proteínas de las miofibrillas (actina, miosina,...) y las proteínas sarcoplasmáticas.

La terneza final de la carne depende en gran medida del manejo postsacrificio. En un primer momento la dureza de la carne aumenta por el acortamiento de los sarcómeros. La instauración del “rigor mortis” se da en las primeras 24 horas. Después de esto se produce la “tenderización” producida por la proteólisis de las proteínas miofibrilares.

3.3.1. Métodos usados para la determinación de la terneza.

Existen gran variedad de métodos que intentan determinar la terneza de la carne. Para Sañudo (1991), se dividen en: instrumentales, sensoriales e indirectos.

Los métodos instrumentales, se pueden clasificar, según Guerrero y Guardia (1999), en:

- Fundamentales: se utilizan para medir parámetros, normalmente mal definidos desde un punto de vista reológico, pero que la experiencia práctica ha demostrado que se encuentran bien relacionadas con la textura sensorial. Los más conocidos y aplicados, en este grupo, son los de punción y de cizallamiento o corte como el Warner-Bratzler.

- Los métodos sensoriales consisten en la determinación de la dureza por los sentidos. El método más adecuado y útil, para la determinación de la dureza-terneza de la carne sería un panel de cata, porque se asemejaría más que ningún otro método a la percepción del consumidor, que es la que nos interesa predecir. Este método es poco viable por la dificultad para encontrar catadores, o el coste de prepararlos, por el coste de tiempo y económico en llevarlo a cabo, y por ofrecer una alta variabilidad.

- Imitativos: se trata de aquellas las condiciones en las que el alimento se encontrará en el proceso de masticación.

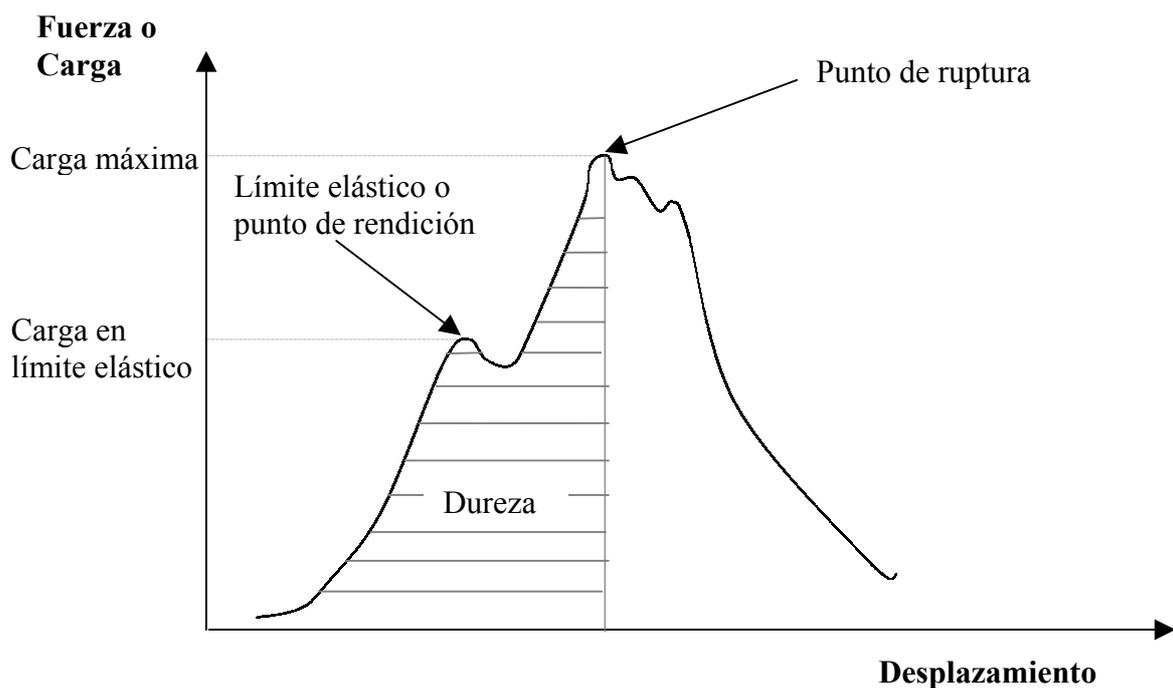
Los métodos indirectos consisten en caracterizar el estado físico-químico de las estructuras de la carne que le confieren sus propiedades de textura- dureza (Sañudo, 1991).

3.3.2. Método Warner-Bratzler.

El método más importante usado para determinar la dureza-terneza de la carne es el de Warner-Bratzler, basado en fuerzas de cizalla.

En este test se mide la fuerza necesaria para cortar el producto a analizar por medio de una célula de cizallamiento que realiza una fuerza en sentido perpendicular a las fibras del músculo, en el caso de la carne.

Figura 4. Gráfica fuerza-desplazamiento con sus puntos característicos.



Esta célula se coloca en una máquina de ensayo universal INSTRON que ofrece una gráfica fuerza-desplazamiento como la de la figura X.

En esta gráfica se mide la carga en el límite elástico o punto de rendición (yield point) que se define como el primer punto en el que la pendiente es cero, y que está relacionado con la estructura miofibrilar.

Otro punto importante es el punto de ruptura que nos da la máxima carga que soporta la muestra y se relaciona con la resistencia del tejido conjuntivo. Ambos términos son de fuerza y se pueden expresar en kilogramos o Newtons.

Calculando el área de la curva carga-desplazamiento hasta el punto de ruptura, hallamos la energía o trabajo necesario para romper la muestra que, en relación con el volumen de la muestra nos da la dureza o rigidez de la misma.

Otro parámetro importante y útil es el de esfuerzo máximo (o estrés máximo), obtenido de la fuerza o carga máximas por unidad de superficie de corte de la muestra.

3.4. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.

La capacidad de retención de agua (CRA) condiciona la percepción del color, la jugosidad y se encuentra relacionada con la sensación de dureza. También influye en el aspecto de la carne en general, y en su comportamiento durante el cocinado y en procesos como la deshidratación y difusión de sal en piezas cárnicas enteras.

Sañudo (1991) define la CRA como un parámetro físico-químico que determina la capacidad de la carne para retener el agua que ella misma contiene durante la aplicación de fuerzas externas tales como cortes, calentamiento, trituración y prensado, lo que tendría especial interés durante su conservación, fileteado, cocinado y transformación.

El agua libre es la que nos interesa cuando medimos la CRA y es aceptado generalmente que las fuerzas que inmovilizan el agua libre dentro del músculo son generalmente por tensión superficial (Hamm, 1986) y se mide la CRA por medio del exudado llamado “weep”, “dirp” o “shirnk” cuando proviene de carne cruda, descongelada o cocinada respectivamente.

La proteína desempeña un papel importante en el mecanismo que liga el agua al tejido muscular.

La CRA varía entre especies, ente músculos, según el pH y aumenta con la maduración de la carne. Los músculos más engrasados suelen retener mas agua que los músculos con poca grasa. Esto es lógico si pensamos que el agua es retenida en su mayor parte por el músculo. Por esto entre dos piezas del mismo peso, podrá perder mas agua la que más agua contenga, es decir la que más porcentaje de músculo y menos de grasa tenga, aunque según Hamm (1960) es posible que la grasa intramuscular afloje la microestructura, permitiendo de esta forma la retención de una mayor capacidad de agua.

Esta influencia de la grasa intramuscular puede condicionar las diferencias en la CRA entre sexos de una misma raza.

4. ANÁLISIS NIRS.

4.1. INTRODUCCIÓN AL MÉTODO.

La espectroscopía en el infrarrojo cercano o NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) es un método rápido, no destructivo, reproducible y que no requiere productos químicos contaminantes, que mide las características de una muestra determinada.

El análisis NIRS utiliza la luz entre la región visual y el infrarrojo medio (principalmente 400-2500 nm) para medir las propiedades de una muestra, que puede ser sólida o líquida.

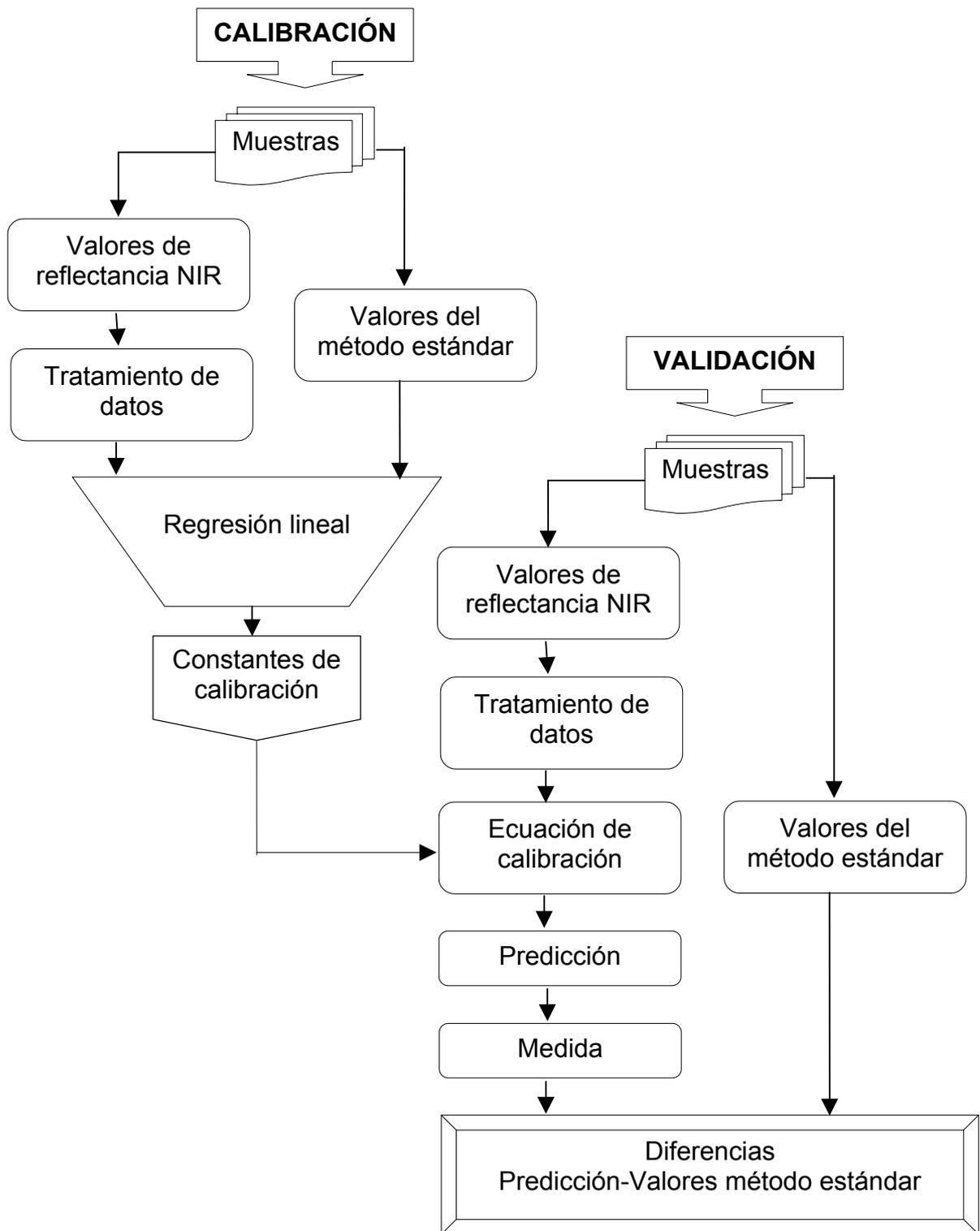
Los constituyentes que generalmente se miden son humedad, proteína, grasa, carbohidratos y cenizas, pero también es posible estimar otras características físicas o sensoriales de las muestras, como lo son la textura instrumental o la dureza y aceptabilidad sensoriales (Olivan, 1999).

Este método se basa en las propiedades específicas de absorción en el infrarrojo cercano de los compuestos químicos de las muestras, y se utiliza para diferenciarlas entre sí. La combinación de estas propiedades de absorción, con las propiedades de radiación-escaner de la muestra, determinan su reflectancia difusa. La información sobre su composición puede extraerse entonces por un análisis adecuado de la reflectancia de sus elementos (Luna, 1994).

Una vez medida la reflectancia a diferentes longitudes de onda, se buscan los valores de reflectancia de las longitudes de onda seleccionadas que mejor se correlacionen con el contenido de un determinado constituyente o característica de un conjunto de muestras.

Una vez establecida la ecuación, se pueden medir muestras no conocidas, cuya comparación con la obtenida por el método de referencia constituye la validación de la ecuación.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso calibración-validación.



Fuente: Adaptado de Rosales, 1993.

También puede realizarse esta validación por medio de métodos matemáticos que usan una validación cruzada utilizando parte de las muestras usadas para la calibración. En la figura 5 se presenta un esquema general del proceso.

Con esta serie de valores se pueden encontrar una o varias ecuaciones, llamadas ecuaciones de calibración, que relacionan los espectros de las muestras con parámetros analíticos conocidos de las mismas, y a partir de las cuales se transforma el espectro recogido en datos acerca de las características físicas o químicas para las cuales hemos creado las respectivas ecuaciones.

Se puede recurrir a calibraciones estándar disponibles en el mercado, pero por lo general es más adecuado construir una calibración específica con el mismo tipo de muestra que se va a analizar en los controles de rutina (Oliván, 1994).

Además, las ecuaciones de calibración pueden no servir para ciertos aparatos, porque es un método de análisis que no está normalizado.

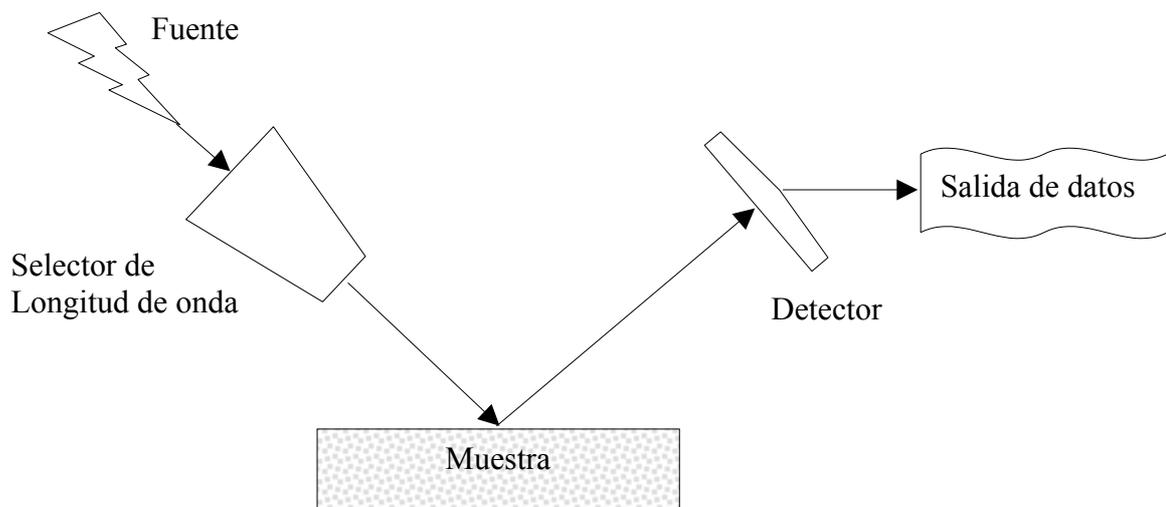
4.2. PRINCIPIO DE LAS MEDIDAS.

La vibración de los átomos de las moléculas bajo determinadas longitudes de onda produce absorción de energía que puede ser medida.

Los enlaces covalentes que envuelven el hidrógeno son dominantes en la región NIR, y en el contexto de los alimentos, C-H, O-H, N-H, C=H y (posiblemente) S-H, son responsables de la mayoría de la absorción observada (Davies y Grant, 1987).

Los equipos NIRS constan de una lámpara de tungsteno que emite en distintas longitudes de onda, seleccionadas por un filtro, que inciden sobre la muestra (Oliván, 1999). La luz reflejada fuera de la muestra es recogida por cuatro células de sulfuro de plomo equidistantes a 45° por encima de la muestra (Lanza, 1983).

En espectroscopía de reflectancia la energía es reflejada en forma de radiación especular y difusa. La radiación difusa es la que da información sobre la superficie. Esta radiación envuelve la temporal absorción de energía seguida por una re-emisión en un ángulo ancho (Davies y Grant, 1987).

Figura 6. Configuración básica de un instrumento de reflectancia.

Fuente: Rosales, 1993.

Los datos obtenidos son registrados como $\log 1/R$, donde R es la reflectancia, función que varía casi linealmente con la concentración de las muestras (Norris et al., 1976; Luna, 1994). La aplicación de estos logaritmos permiten corregir algunas fuentes de variación, a saber, la interferencia con otros constituyentes, el tamaño de las partículas, la compactación de las células, etc. (Biston y Dardenne, 1985).

4.3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

Una vez obtenidos los datos, los distintos programas ofrecen una serie de opciones para eliminar variabilidades no deseadas de los espectros obtenidos y para desarrollar las calibraciones lo más exactas posible.

Estas opciones incluyen correcciones sobre la heterogeneidad en el picado, molienda o dispersión de la muestra (scatter correction), la posibilidad de elegir las longitudes de onda más representativas, tratamientos matemáticos sobre los datos obtenidos (derivadas...), métodos de regresión, que datos a eliminar y otras opciones para realizar la validación del modelo que desarrollado.

4.3.1. Pretatamiento de los datos.

La reflectancia se ve afectada por el tamaño de la partícula de la muestra, para evitar esta variabilidad se usa la opción "scatter correction".

Esta opción es una función no lineal que distorsiona la relación entre el espectro y los valores de referencia. Usando esta corrección se obtiene a menudo una mejora de la precisión del análisis, pero si no es necesaria, tampoco suele afectar a la precisión de la calibración. Si las muestras contienen más del 50 % de humedad es a menudo mejor no usar ninguna corrección de este tipo (NIRSystems, 1985).

Las correcciones más usuales son:

- Standard normal variance (SNV) donde se toma cada espectro según escala, usando coeficientes derivados de cada espectro por separado, para tener una desviación estandar de valor uno.

- Multiplicative scatter correction (MSC). La base de este método es que al contrastar los puntos de los espectros con los puntos del espectro medio, MSC ajusta una línea recta por mínimos cuadrados y usa la pendiente y el cruce de la línea (con el eje Y) para corregir el espectro. Este espectro es modificado verticalmente y graduado proporcionalmente para asemejarlo al espectro medio (Fearn, 1999).

El tratamiento más común es el cálculo de la primera o segunda derivada. Aunque comúnmente son conocidas como derivadas, no son una verdadera derivada, que requieren calculo diferencial del espectro (Davies y Grant, 1987).

La transformación matemática de los datos a la primera o segunda derivada se hace para reducir efectos multiplicativos en el espectro de reflectancia como el tamaño de partícula, temperatura de la muestra (Lanza, 1983).

La transformación a la primera derivada está recomendada para productos homogéneos y la transformación a la segunda derivada lo está para muestras no homogéneas (NIRSystems, 1985).

La derivada también ayuda a la selección de longitudes de onda. Por ejemplo, una buena longitud de onda sería aquella que fuera máxima o mínima para la segunda derivada (Lanza, 1983).

Esencialmente, el problema es que tomando derivadas se ensalza el ruido en el espectro, y por tanto tienen que ser combinadas con algún suavizado (smooth) (Fearn, 1999). El uso de este suavizado de los datos es una práctica normal si no se usa otro pretratamiento.

Además, con el uso de las derivadas, se pueden separar picos que se superponían en el espectro inicial.

Para calcular las derivadas, se le da al programa el intervalo de longitudes de onda (gap) en el cual se calculan las derivadas. De igual manera, se le indica si se realiza un suavizado de los picos del espectro y en que intervalo.

Para mejorar la información se elimina el efecto de las muestras que están muy alejadas (outliers) de la población media, eliminando los datos de estas muestras directamente o disminuyendo su importancia frente a las demás.

Esta selección de muestras no válidas se realiza por medio de los estadísticos H y t durante la validación.

El estadístico H se utiliza para confrontar el valor calculado del espectro de la muestra analizada con el valor esperado (media) de H en el fichero de las muestras calibradas. t corresponde a la diferencia entre el valor estimado por el aparato NIRS y el valor dado por el análisis con el método de referencia. Un valor alto de t (positivo o negativo) puede en efecto indicar que los datos del método de laboratorio (Método de referencia) sean incorrectos (Luna, 1994).

Cuando se espera un gran número de valores de referencia inexactos, se puede minimizar el efecto de estas muestras en la ecuación de regresión.

4.2.2. Análisis de regresión.

Para hallar la relación entre los valores recogidos por el espectroscopio en forma de espectro de las muestras y los valores de referencia de las mismas muestras, existen varios métodos de regresión.

Los métodos más comunes son la regresión de componentes principales (PCR) y la regresión por mínimos cuadrados (PLS). Ambos métodos están basados en la compresión de los datos en unas pocas combinaciones lineales (componentes), y usar solo estos componentes y sus variables independientes en un modelo de regresión (Næs et al., 1996).

El análisis de regresión múltiple es la técnica estadística que permitió a Norris desarrollar la espectroscopía NIR como una nueva herramienta analítica (Davies y Grant, 1987).

Este análisis usa algunas variables para formar una ecuación, relacionadas por la ecuación con la nueva variable dependiente.

Se eligen las variables que tienen el mínimo error entre los datos y se encuentra una ecuación del tipo:

$$Y = K_0 + K_1(X_1) + K_2(X_2) + K_3(X_3) + \dots + K_n(X_n)$$

donde, Y es el porcentaje o valor físico de la característica en cuestión y X_n puede ser $\log 1/R$, la primera derivada de $\log 1/R$, o su segunda derivada (Mitsumoto et al., 1991; Luna, 1994).

Esta técnica tiene la desventaja del “sobreajuste” que sucede al relacionar datos con ruido del espectro.

La diferencia entre los métodos PCR y PLS está en la forma en que la dirección de los componentes es extraída. Desde un punto de vista práctico, esto significa poca diferencia en la exactitud de predicción entre los métodos en espectroscopía NIR (Næs et al., 1996).

4.2.3. Validación de la ecuación.

La validación es una forma de “poner a prueba” y aceptar el modelo encontrado en la calibración y asegurar así la predictividad del mismo.

Esto se lleva a cabo por medio de un test de predicción, donde utilizando una nueva serie de muestras de las que conocemos sus valores de laboratorio o referencia.

La validación de los análisis NIRS consiste en comparar sobre la serie conocida de muestras (serie control), y por medio de test estadísticos, los resultados estimados por medio del aparato NIRS con los obtenidos por el análisis con el método de referencia que ha servido para la ecuación de calibración (Luna, 1994).

Los estadísticos son H y t mencionados anteriormente.

Una técnica muy útil de validación es la validación cruzada, validación en la que cada muestra usada en la calibración es predicha. El método está basado en una estrategia que deja una o varias muestras fuera del grupo de datos y prueba el modelo estimado con las muestras omitidas (Næs et al., 1996).

Se recomienda cuando se usa esta validación realizar por lo menos tres cruces de validación.

4.2.4. Estadísticas.

La posibilidad de obtener una buena calibración aumenta cuando la desviación estándar del método de referencia es pequeña en relación con la desviación estándar entre muestras (Tøgersen et al., 1999).

La ecuación de calibración debería tener un alto coeficiente de determinación (R^2) o de correlación (R) y un bajo error estándar de calibración (SEC).

Una vez encontrada la ecuación de calibración las muestras de control son usadas para verificarla. La exactitud de la predicción se verifica por medio del estadístico 1-VR (conceptualmente similar a R^2), que mide la fracción de muestras predichas por el modelo, y el error estándar de predicción, denominado SEP si se usan muestras ajenas a la calibración o SECV, si se usa la validación cruzada.

El método NIRS por si solo, nunca puede ser más preciso que el método de referencia de laboratorio, no obstante, si la calibración está bien hecha, su precisión será igual a la del método de laboratorio (Oliván, 1999).

5. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS RAZAS ESPAÑOLAS QUE HAN SIDO ANALIZADAS EN EL PRESENTE TRABAJO.

5.1. ORIGEN Y RELACIONES GENÉTICAS DE LAS RAZAS BOVINAS ESPAÑOLAS.

Numerosos autores han tratado de clasificar sistemáticamente a las diferentes razas vacunas. Las relaciones genéticas entre las razas bovinas han sido analizadas utilizando polimorfismos bioquímicos y a partir de la década de los años 60, los avances en biología molecular han permitido avanzar mediante la utilización de técnicas electroforéticas en la medida de la variación genética de las poblaciones.

González Sevilla (1986) y Vallejo et al. (1990) entre otros han realizado estudios en las razas autóctonas españolas sobre sistemas genéticos sanguíneos (eritrocitarios y plasmáticos).

En ambos trabajos se evidencia un tronco bien diferenciado de los demás, ocupado por la Blanca Cacerreña a la que Vallejo et al. (1990) le asignan una influencia exclusivamente primigénica a través del *Bos desertorum*.

Del otro tronco derivan las demás razas que según González Sevilla (1986) pertenecen, por un lado las razas Morucha, Asturiana de los Valles, Saragüeya y Asturiana de la Montaña y por otro la Cárdena Andaluza y Alistana Sanabresa.

Por otra parte, Vallejo et al. (1990) distinguen un grupo formado por la raza Cárdena Andaluza, otro formado por las razas Rubia Gallega, Frieiresa, Limiana, Vianesa, Caldelana y Alistana Sanabresa influenciadas por el tronco prehistórico *del Bos taurus primigenius* y formas mutantes del *Bos taurus ibericus*. El cuarto grupo estaría formado por las razas Asturiana de la Montaña, Asturiana de los Valles, Cacerreña, Morucha y Saragüeya influenciadas por el tronco prehistórico del *Bos taurus brachicerus*, coincidiendo con los resultados obtenidos por González Sevilla (1986), diferenciándose en la agrupación de la raza Alistana Sanabresa, en donde Vallejo et al. (1990) la separa en otro grupo racial.

Jordana et al. (1991) estudiaron las relaciones existentes entre 20 razas bovinas españolas a partir del análisis cuantitativo y cualitativo procedentes de 29 caracteres morfológicos. A partir del dedograma construido se evidenció la existencia de tres troncos:

1- El tronco Cantábrico constituido por las razas Tudanca, Cachena, Mantequera Leonesa, Asturiana de la Montaña, Asturiana de los Valles, Limiana, Alistana Sanabresa y Albera.

2- El tronco Turdetano en el que estarían incluidas las razas: Palmera, Rubia Gallega, Pirenaica, Bruna del Pirineo y Blanca Cacereña; descendientes del *Bos taurus turdetanus*.

3- El tronco Ibérico estará formado por: Negra Andaluza, Morucha, Retinta, Avileña y las Berrendas (Negra y Roja). Para Sánchez Belda (1986), la raza Retinta corresponde al tronco Rojo Convexo.

5.2. RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES.

Esta raza autóctona ocupaba las tierras bajas, diferenciándose de la Asturiana de la Montaña que ocupaba las zonas altas.

Tradicionalmente se explotó por su triple aptitud (leche, carne y trabajo), siendo seleccionada por su capacidad de tracción, destacándose en la actualidad por la calidad de su carne.

5.2.1. Origen e historia.

Proceden junto con la Asturiana de la Montaña del tronco Cantábrico (Sánchez Belda, 1984); aunque según Sotillo y Serrano (1985) esta raza procede del cruce de *Bos brachicerus* y *Bos taurus ibericus*.

5.2.2. Características morfológicas.

Presenta piel negra con un color de capa rojo avellano, variando del retinto al castaño.

Figura 7. Raza Asturiana de los Valles.



Fuente: Pere Albertí.

Responde a un conjunto de perfil recto o ligeramente convexo, de buen tamaño traduciendo las características del tipo de razas de aptitud mixta con marcada tendencia hacia la producción de carne.

Existe la variedad de la grupa doble o “culona”, que presenta un mayor desarrollo muscular especialmente en el tren posterior. La mutación aparece también bajo formas atenuadas (semiculón o aculonado), en general preferidas por los ganaderos (Sánchez Belda, 1990). Los pesos a la edad adulta alcanzan valores de 600 Kg. para las hembras y entre los 800 a 1000 Kg. para los machos (García Dory et al. , 1990).

5.2.3. Importancia y extensión.

Esta raza ocupa la parte occidental de Asturias, zona de clima húmedo lo que favorece la aptitud pastoril.

La ganadería asturiana puede considerarse como típicamente lechera, ya que más del 75% de las vacas son de ordeño de raza Frisona, porcentaje superior al de toda España (50%) y al de la U.E. (68%).

A pesar de la orientación lechera, el vacuno de carne posee cierto peso dentro de la ganadería asturiana llegando a alcanzar el 7% del total nacional de reproductoras de carne (MAPA 1993).

Analizando los datos de 1986 a 1992, el primer aspecto a resaltar es la disminución del número total de explotaciones en la década de los 80 y principios de la de los 90. Esta reducción significó un 15% de explotaciones hasta el año 1992.

5.2.4. Caracterización de los sistemas de producción.

Se han definido tres sistemas de explotación: semi-intensivo, sistema de explotación con praderas mejoradas y sistema de explotación tradicional.

-Sistema de explotación semi-intensivo:

Este sistema se lleva a cabo en zonas bajas, cercanas a la costa central asturiana o en lugares donde la producción lechera ha influido de una forma importante en el manejo.

Las vacas permanecen estabuladas, o bien realizando pastoreos diurnos siempre suplementadas. Las ganaderías son pequeñas, con 19 U.G.M. por explotación (Rodríguez Castañón, 1995).

La alimentación se realiza por aporte de concentrado en cantidades más o menos importantes durante el año y en forma continua en los terneros.

El aprovechamiento del forraje se realiza en pastoreo entre marzo y octubre o se ofrece segada diariamente.

En este sistema existe el mayor porcentaje de vacas culonas (21 %). Los productos comerciales son el ternero destetado y en menor medida el ternero de cebo corto, con edades de 7 a 8 meses y pesos de canal en el entorno de 180 a 200 Kg (Rodríguez Castañón, 1995).

- Sistema de explotación de praderas mejoradas:

Este sistema es cada vez mas frecuente y se encuentra en zonas de altura media, como consecuencia de la implantación de las cuotas lecheras (Alonso, 1992). La base forrajera consiste en praderas de ray-grass y trébol, pastoreado en forma rotacional con cobertizos abiertos para protección de los animales.

En la invernada, el pastoreo se suplementa con silos de pradera y pequeñas cantidades de heno.

El tamaño de las explotaciones alcanza una media de 36 UGM y el producto comercial es el cebo de prácticamente todos los terneros en este tipo de explotaciones.

Las vacas permanecen en pastoreo durante todo el año y son estabuladas en el período previo al parto. La presencia de vacas culonas es menor (5.7 %).

- Sistema de explotación tradicional:

Este sistema es el menos homogéneo, involucrando un 25 % de los animales de la raza Asturiana de los valles.

Se localiza en el sur-centro occidental de Asturias. Las explotaciones son pequeñas, con un número medio de 17 UGM (Rodríguez Castañón, 1995).

El denominador común es la utilización de puertos de montaña y estabulación de los animales durante cinco o seis meses.

Durante la invernada los animales reciben una alimentación forrajera restringida y una ligera suplementación con concentrados, aprovechando pastos de altura en verano-otoño.

El porcentaje de hembras culonas es del 10 %.

5.3. RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA.

La denominación de esta raza trata de relacionar dos fracciones de una misma raza (Franco, 1997).

La característica más importante de esta raza es su rusticidad que le permite adaptarse y prosperar sobre terrenos tan dispares como los que componen su extensa distribución geográfica. Hay que destacar el interés de esta raza para los cruzamientos (Ibáñez y Mas, 1997).

5.3.1. Origen e historia.

Proviene del *Bos taurus ibericus* o tronco Ibérico Negro, según Sotillo y Serrano (1985) descende del *Bos brachicerus* africano.

Tradicionalmente ha sido explotada como animal de trabajo. Antiguamente se la denominaba según el área de procedencia para luego ser clasificada como raza “Serrana” basándose en el encuadramiento montañoso.

5.3.2. Características morfológicas.

Responden a una agrupación de perfil subcóncavo de tamaño medio y de especialidad carnicera.

Piel y mucosas de color negro, con un color de capa negro uniforme. Las hembras alcanzan un peso vivo medio de 550 Kg. y los machos entre 800 y 1000 Kg.

Figura 8. Raza Avileña-Negra Ibérica.



Fuente: Pere Albertí.

5.3.3. Importancia y extensión.

El área de producción se encuentra identificada por las cordilleras del centro peninsular y el área de expansión esencialmente constituida por las tierras de la margen derecha del Tajo.

5.3.4. Caracterización de los sistemas de producción.

Las condiciones de explotación de esta raza en régimen extensivo, en los que incluso la trashumancia y la transtermitancia se practican en la utilización de los recursos temporales como rastrojos o pastos altos de montaña.

La alimentación consiste en la utilización de los recursos pastoriles y raciones de volumen cuando éstas son necesarias en los periodos críticos. Los terneros sólo reciben concentrados para su finalización.

García Dory et al. (1990) destaca su gran rusticidad en ambientes adversos, con amplias oscilaciones térmicas, de difícil topografía y acentuada pobreza vegetal.

El producto tradicional que ofrece esta raza al mercado es el ternero pastenco, criado al pie de la madre, utilizando la vegetación de la zona hasta finales de primavera en las zonas sureñas, a finales de verano en las explotaciones de pasto de montaña. Su edad varía entre cinco y ocho meses con pesos de 180 a 220 Kg (Sánchez Belda, 1986).

La producción de añojos sigue un ciclo corto post-destete con alimentación intensiva y terminación en los 16-18 meses.

El ciclo largo de producción, sistema utilizado hasta los años 80, se realizaba si los terneros continuaban en la explotación pastoril hasta después de la segunda primavera para ser terminados a base de concentrados durante dos o tres meses a un peso vivo de 500 a 600 Kg.

5.4. RAZA MORUCHA.

La raza Morucha ha sido presentada como ganado primitivo dentro de un medio de limitadas posibilidades forrajeras frecuentemente afectado por rigurosas condiciones climáticas.

Hay que destacar tres de sus cualidades, su capacidad reproductora, su gran rusticidad (muy resistente a las variaciones de temperatura, excelente capacidad para la marcha y para asimilar alimentos de bajo contenido proteico), que la hace adecuada para la cría extensiva, y la calidad de su carne, en sus diferentes tipos comerciales.

5.4.1. Origen e historia.

Es derivada del *Bos taurus ibericus*, del tronco Ibérico Negro. La raza Morucha fue explotada simultáneamente como bovino de trabajo y de lidia. Con la mecanización agrícola y la expansión de la raza de lidia, el morucho fue perfilando su especialidad carnicera.

5.4.2. Características morfológicas.

Presenta un tamaño medio y perfil recto o ligeramente cóncavo, frente ancha con cuernos largos y finos, cuello fuerte, corto y enmorrillado en los machos. Los pesos vivos para las hembras oscilan entre los 450 y 550 Kg, y en los machos entre los 700 y 800 Kg. El color más frecuente de la capa es el negro oliváceo, así como el cárdeno formado por mezclas de pelos blancos y negros (Franco, 1997).

Figura 9. Raza Morucha.



Fuente: Pere Albertí.

Presenta poco desarrollo del tercio anterior y de la zona abdominal, extremidades altas y poco musculadas.

Se destacan dos rasgos reconocidos de esta raza: presentan un alto índice de fertilidad (sobre una muestra de 48500 vacas, el 90% presentó un intervalo parto-cubrición menor a tres meses) y el temperamento arisco, esto último supone un freno a su expansión (Sánchez Belda, 1984).

5.4.3. Importancia y extensión.

Se extiende por casi la totalidad de la provincia de Salamanca, Cáceres, Ciudad Real, Badajoz, etc. El clima es extremo con temperaturas que oscilan entre -8°C a 32°C siendo grandes las diferencias ente el día y la noche (22°C).

5.4.4. Caracterización de los sistemas de producción.

La explotación es en régimen de pastoreo continuado, menos los meses más críticos del invierno que es recogido en corrales. La explotación media de la raza es de once vacas en forma general mientras que en la estructura comunal el número de reproductoras oscila entre 21 y 201 vacas (Franco, 1997).

La alimentación se basa principalmente en el pastoreo, suplementado en fases de escasez de forraje con el aporte de pajas y henos de cereales y ramas de encina (Franco, 1997).

Como producción comercial, el más popular es el ternero pastenco de edad variable entre 5 y 9 meses y pesos alrededor de los 160-200 Kg. Se crían en sistemas semi-extensivos aprovechando los pastos de la dehesa mas el suministro de raciones de concentrado. Para esta raza el método habitual de potenciación de la producción de carne es el cruce industrial con razas especializadas como la Charolais (Franco, 1997).

5.5. RAZA PARDA ALPINA.

Su denominación procede de su origen geográfico (Macizo Alpino) y del color de su capa (pardo), también conocida como Brown Swiss (Franco, 1997).

5.5.1. Origen e historia.

Filogenéticamente tiene como antecesor al *Bos brachicerus*, una de las ramas adaptadas a la orografía montañosa. Sotillo y Serrano (1985) la describen como originaria de cruzamientos entre el *Bos primigenius* y el *Bos brachicerus*, para posteriormente intervenir en su consolidación como raza, las razas Pinzagauer y otras razas alemanas.

En España, lleva instalada más de 135 años con puntos de asentamiento en las provincias vascas y luego pasó a Cantabria y Asturias.

La entrada de esta raza supuso el desplazamiento o la eliminación de otras razas locales como la raza Pirenaica.

También actuó como raza colonizadora en el campo de la producción de leche y como raza de ocupación de tierras abandonadas y áreas desertizadas (Franco, 1997).

5.5.2. Características morfológicas.

Es una raza de formato medio y de perfil rectilíneo, el cuello es discretamente musculado presentando un tronco de proporciones medias y una grupa muy desarrollada. El muslo es musculoso y de perfil convexo.

Figura 10. Raza Parda Alpina.



Fuente: Pere Albertí.

Presenta a su vez una piel gruesa, mucosas pigmentadas con una capa de color gris pizarra con predominio del color ratón con mayor intensidad en los machos (Franco, 1997).

Se caracteriza por su gran resistencia, facilidad de adaptación a diferentes climas además de su precocidad y franca longevidad.

5.5.3. Importancia y extensión.

Según Sotillo y Serrano (1985), el área de explotación de esta raza en España comprende cinco zonas:

- 1- Región litoral cantábrica (Asturias, Santander, Vizcaya) donde se encuentran los efectivos puros más antiguos.
- 2- Región sublitoral cantábrica de zona montañosa y parte mesetaria nórdica (León, Palencia y Burgos).
- 3- Región pirenaica (Navarra, Huesca, etc.).
- 4- Región noroeste (Coruña, Lugo, Zamora) donde hay una menor representación de esta raza.

5.5.4. Caracterización de los sistemas de producción.

El sistema general que define la explotación del vacuno en el Pirineo, constituye un sistema notablemente ligado a los recursos disponibles. Desde el punto de vista del rebaño y su alimentación se establecen dos periodos bien delimitados:

- 1- De estabulación invernal mediante el uso de reservas de forraje.
- 2- De pastoreo estival en puerto.

En cuanto a la base genética es absoluto el predominio de la raza Parda Alpina. Otras razas como la Pirenaica o la Simmental adquieren menor importancia.

La principal opción comercial de estas explotaciones es la producción de terneros destinados a cebo, con la venta tradicional entre los 6-9 meses.

Las unidades productivas se caracterizan por su pequeña dimensión y elevada parcelación, con una media de 15 vacas (Olaizola et al., 1991). El 36% son explotaciones mixtas, dedicadas a la producción de terneros para la recría, con el ordeño de los excedentes de leche. Las explotaciones mixtas especializadas representan el 9.7% del total, poseen dos rebaños diferenciados por su manejo: parte de los animales se ordeñan sin la presencia del ternero y el resto combina la cría del ternero y el ordeño o se dedica exclusivamente a la producción de terneros para la recría. Las explotaciones de carne constituyen el 34.5% del total y están orientados a la producción de terneros sin ordeño de las vacas.

Las explotaciones lecheras constituyen un 19.5% del total constituyendo la venta de leche la principal orientación productiva con venta del ternero los primeros días de vida o alimentados con leche artificial (Revilla y Manrique, 1988).

Más del 70% de las explotaciones presentan valores inferiores a 30 ha. En las explotaciones de carne y mixtas las praderas naturales ocupan un 50.6 y 58% de la superficie forrajera.

En relación con la superficie forrajera, las explotaciones que utilizan puertos presentan las mayores cargas, siendo la mayor la del grupo de explotaciones de carne con 1.9 U.G.M./ha. de superficie forrajera.

5.6. RAZA PIRENAICA.

Lleva su nombre por estar su área de influencia en los montes Pirineos. Ha sufrido una reducción censal importante debido a la incidencia de dos factores fundamentales como son la sustitución por razas lecheras, especialmente la Parda Alpina y la Frisona en las zonas bajas de cría y por el abandono de las áreas de montaña. La raza Pirenaica presenta una gran adaptación a los terrenos difíciles de alta montaña y al régimen de explotación basado en el aprovechamiento de los pastos de la misma (Ibáñez y Mas, 1997). Presenta una gran facilidad para el cruzamiento.

5.6.1. Origen e historia.

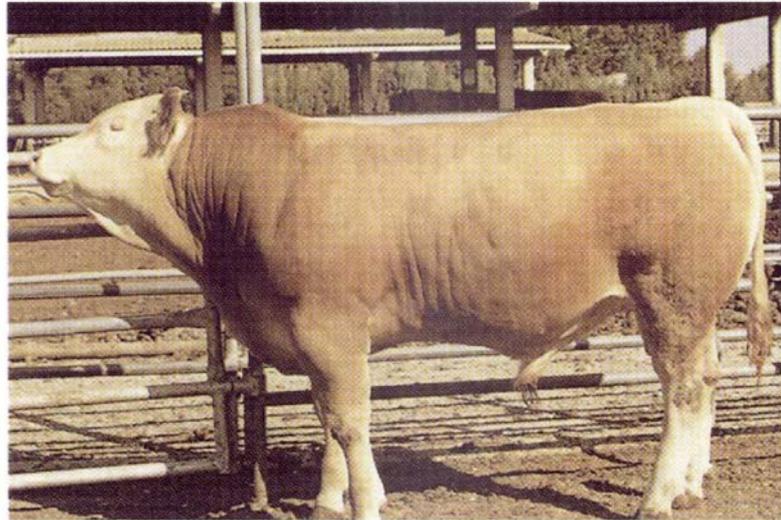
Procede del *Bos taurus turdetanus* y recibe influencia del *Bos brachicerus* europeo. Fue una de las primeras razas que tuvo programa de selección propio. Al inicio con vistas al incremento de la producción lechera para terminar por orientar su presente y su futuro dentro de la especialidad cárnica. Originalmente explotada por su triple aptitud (carne, leche y trabajo), en la actualidad es explotada por sus características cárnicas (García Dory et al., 1990).

5.6.2. Características morfológicas.

Es una raza de tamaño medio donde predominan los perfiles rectos. Presenta una cabeza corta de frente extensa y con encornadura de buen desarrollo.

El cuello es relativamente corto, tronco profundo, grupa ancha y extremidades cortas. La piel es pigmentada de color amarillo anaranjada y mucosas rosadas.

Figura 11. Raza Pirenaica.



Fuente: Pere Albertí.

El color de la capa varía del trigueño al rojo de distinta tonalidad con áreas más claras en torno a las aberturas naturales. El peso vivo alcanza los 500 Kg en las hembras y oscila entre los 800 y 1000 Kg (Blanco, 1998).

5.6.3. Importancia y extensión.

En relación con el área geográfica que ocupa se destacan las comarcas pirenaicas de Navarra y con menor representación en Aragón y Cataluña.

La caracterización agroclimática muestra diferencias térmicas importantes de invierno a verano, con predominio de heladas y vientos fríos. La zona presenta una orografía accidentada con grandes desniveles donde la nieve se conserva de 3 a 6 meses.

5.6.4. Caracterización de los sistemas de producción.

Los sistemas de producción son similares a los que ya fueron descritos para la raza Parda Alpina. Esta raza ofrece al mercado el ternero precoz de 10 a 12 meses obtenido en estabulación continua logrando un peso de 450 kg.

El ternero pastenco se alimenta de pastos y lactancia materna siendo destetado entre los 6 y 7 meses de edad con 300 a 350 Kg de peso vivo. En cuanto a la producción de leche, Sánchez Belda (1986) menciona lactaciones de 1900 Kg al 3.69% de grasa en 305 días, mientras que Sotillo y Serrano (1985) citan producciones de 3600 Kg con 3.8% de grasa en núcleos controlados.

5.7. RAZA RETINTA.

El nombre de la raza deriva de la tonalidad de su capa. En Portugal es conocida como raza “Alentejana” (Franco, 1997).

Presenta una gran capacidad de adaptación al clima y terrenos donde el estado de sequía es predominante. Las hembras presentan facilidad de parto, una buena capacidad maternal y lechera, además es muy interesante su cruzamiento industrial.

5.7.1. Origen e historia.

La pertenencia de la raza Retinta al tronco rojo convexo o *Bos taurus turdetanus* es absoluta para Sánchez Belda (1986). La etnología española distinguía en sus comienzos tres variedades bajo las denominaciones de “Colorada extremeña”, “Retinta andaluza” y “Rubia andaluza”, diferencias establecidas por la tonalidad de la capa. Es la raza que estuvo más directamente unida a la producción de carne de todas las razas autóctonas españolas.

5.7.2. Características morfológicas.

Cabeza media, frente espaciosa, cuello corto y musculado, tronco amplio y compacto y extremidades de longitud media y de nalga recta en individuos comunes.

Son animales macizos y fuertes de perfil subconvexo de proporciones medias a longilíneas.

La capa típica es la retinta o color caoba uniforme. Presenta una piel ligera, mucosas despigmentadas, siendo una raza de tamaño medio. Las vacas de desecho superan los 700 Kg. de peso vivo y los sementales alcanzan los 1300 Kg.

Figura 12. Raza Retinta.



Fuente: Pere Albertí.

5.7.3. Importancia y extensión.

Se encuentra distribuida principalmente en Extremadura y Andalucía occidental, zonas con un clima cuyas máximas temperaturas coinciden con los bajos niveles pluviométricos durante un periodo de seis meses. La orografía es variada y la vegetación arbórea predominante de tipo quercus (encina, alcornoque, etc.) pasa a las formas arbustivas (chaparros) o deja lugar al matorral (madroño, lentisco, retama, etc.).

La base física es la dehesa seca con las variantes de “tipo encinar”, de la dehesa arbolada donde además proporciona bellota y ramón: el “tipo sierra” los montes de las sierras de Córdoba, Sevilla y Huelva, más pobre que el anterior y de topografía más accidentada. Las de “tipo marisma” corresponde a los pastoreos salitrosos en ambas márgenes del Guadalquivir y el “tipo palmitar” donde los pastizales alternan con el pastizal compuesto esencialmente de palmito.

5.7.4. Caracterización de los sistemas de producción.

La unidad de explotación es la vacada o núcleo reproductor de manejo colectivo. Comparte con otras especies su territorio, en especial con ovinos de la raza Merino, porcinos de tipo ibérico y caprinos de aptitud cárnica. Las unidades de explotación albergan entre 44 y 62 vacas por explotación.

La base alimenticia consiste en la utilización de los recursos de paja o heno en condiciones de escasez de alimentos. Se manejan una carga media de tres a cuatro hectáreas por vaca.

Los tipos comerciales que ofrece esta raza al mercado son el ternero pastenco de 5 a 7 meses con 180 a 200 Kg de peso, y el añojo, que puede ser criado en tres sistemas diferentes:

- el intensivo: después del destete son llevados a cebaderos y sacrificados a los 14-15 meses con pesos de 450 a 500 Kg.

- el semi-extensivo de pradera: se ha utilizado hasta los años 80. Después del destete los terneros pasaban a prados cultivados donde permanecían todo el verano durante un período de 100 días, siendo sacrificados a los 15-16 meses con pesos de 400 Kg.

- el sistema de campo: en el período post-destete permanecen los terneros en los pastos y son suplementados hasta que llega la primavera para luego pasar al cebadero durante 2-3 meses para su terminación.

En condiciones de alimentación extensiva los índices de fertilidad son del 64.4% y los intervalos entre partos de 360 a 545 días, según las condiciones de explotación.

5.8. RAZA RUBIA GALLEGA.

El color de la capa y el área de explotación condicionan el nombre de esta raza. Las cualidades más relevantes de esa raza son: la elevada fertilidad, las buenas capacidades lechera y maternal, el temperamento tranquilo y mansedumbre extrema que permiten un manejo fácil y sin riesgo y por último una acusada aptitud para el cruzamiento.

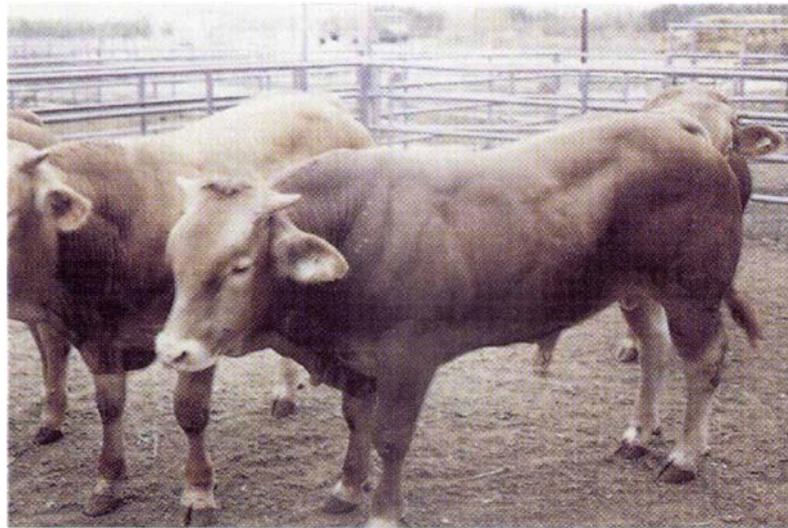
5.8.1. Origen e historia.

Proviene directamente del tronco filogenético del bovino Rojo, ligada a la triple aptitud con una predisposición clara hacia la producción de carne. Primitivamente se seleccionó para producción de leche y finalmente ha seguido la especialidad cárnica.

5.8.2. Características morfológicas.

Es una raza de tamaño medio, presentando una cabeza media, cuello fuerte y corto, bien musculado con grupa horizontal y amplia.

Figura 13. Raza Rubia Gallega.



Fuente: Pere Albertí.

Presenta a su vez muslos carnosos y de gran ampulosidad en los machos. Piel elástica y mucosas rosadas, indicadoras de raza rubia. El color de la capa es trigueña con distintas gradaciones.

Los pesos medios para las hembras adultas son de 450 a 500 Kg y para los machos de 900 a 1000 Kg.

Dentro de esta raza aparecen animales hipertróficos caracterizados por tener una gran masa muscular.

5.8.3. Importancia y extensión.

Se encuentra en la zona de Galicia (La Coruña, Lugo y Pontevedra). La geografía típica de la zona comprende un conjunto de mesetas de 400 m de altitud media, alternando con valles abiertos de suelos profundos.

El clima es benigno y húmedo. La vegetación arbórea está representada por castaños y robles, y la base forrajera por praderas para pastoreo o siega, con alta parcelación alternando con tierras de cultivo.

5.8.4. Caracterización de los sistemas de producción.

Son clasificados de artesanales y minifundistas, bajo un módulo de empresa familiar con régimen mixto de estabulación y pastoreo. Las estructuras de propiedad son las más pequeñas de España con tres vacas por explotación.

La alimentación está basada en el pastoreo y heno de forraje, suplementado con maíz forrajero verde o ensilado, raíces y tubérculos. La administración de concentrados es más frecuente en el cebo de terneros para el mercado.

Los tipos comerciales que ofrece esta raza son terneros jóvenes de edad variable, de cría intensiva con leche materna y raciones de alta energía para acabarlos como terneros precoces (300-330 Kg) o añojos de 450 a 500 Kg.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

1. CONSTITUCIÓN DE LOS LOTES Y MANEJO DE LOS ANIMALES

1.1. LOCALIZACIÓN.

El cebo de los animales se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad de Tecnología en Producción Animal del Servicio de Investigación Agroalimentaria (S.I.A.) de la D.G.A., situado en Zaragoza.

1.2. DURACIÓN.

El presente trabajo se realizó en el periodo comprendido entre septiembre de 1999 y junio de 2000.

1.3. CONSTITUCIÓN DE LOS LOTES EXPERIMENTALES.

El trabajo se ha realizado con los datos obtenidos en una experiencia llevada a cabo en 1998, en la que se cebaron 56 terneros de siete razas bovinas españolas. Concretamente se cebaron ocho animales de las razas Asturiana de los Valles, Avileña, Parda, Pirenaica, Retinta, Morucha y Rubia Gallega.

La procedencia de los animales de las distintas razas fue la siguiente:

- Asociación Española de Criadores de Ganado Selecto de la Raza Asturiana de los Valles.
- Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la raza Avileña-Negra Ibérica.
- Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la raza Retinta.
- Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la raza Morucha.
- Servicio de Investigación Agroalimentaria (S.I.A.), finca de La Garcipollera (raza Parda Alpina).
- Confederación Nacional de Asociaciones de la raza Pirenaica (C.O.N.A.S.P.I.).
- Asociación Nacional de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la raza Rubia Gallega

1.4. MANEJO Y CONTROL DE LOS ANIMALES HASTA EL SACRIFICIO.

A su llegada a las instalaciones que el S.I.A. tiene en Zaragoza, los animales fueron desparasitados con Ivermectina (Ivomec) e inmunizados contra enterotoxemia (Imotoxan), rinotraqueitis infecciosa bovina, parainfluenza 3, diarrea viral bovina y síndrome respiratorio sincital bovino (Cattle Master 4).

Se colocaron en boxes separados para cada lote, coincidiendo con cada raza, y fueron sometidos a un periodo de adaptación, durante el cual se les suministró pienso y paja *ad libitum*. Los animales fueron pesados cada catorce días, sacrificándose cuatro animales de cada lote cuando el peso medio de estos llegaba a los 300 Kg (ligeros), y el resto cuando su peso medio era de 550 Kg (pesados). Para determinar su peso vivo final, se pesaban el día anterior al viaje hasta el matadero y sacrificándose inmediatamente a su llegada al mismo para evitar un mayor efecto del estrés.

1.5. ALIMENTACIÓN.

1.5. 1. Periodo de adaptación.

Cuadro 6. Composición centesimal del pienso de adaptación.

Ingredientes	% del total
Cebada	48
Torta de soja	10
Alfalfa deshidratada	15
Salvado de trigo	25
Manteca	1
Carbonato cálcico	0.8
Oligoelementos, minerales y vitaminas	0.2
Materia seca (%)	89.54
EM/Kg, (MJ)	11.46
Proteína bruta Kg/MS (%)	17.65

Los terneros tras ser transportados necesitan un periodo de adaptación al nuevo medio por lo que al llegar se les administra un pienso diferente al de cebo y paja *ad libitum*.

El pienso se les administró durante 20 días y su composición se detalla en el cuadro 6. Este pienso fue sustituido progresivamente por el pienso utilizado durante el periodo experimental.

1.5.2. Periodo experimental.

El cebo se realizó con el aporte de pienso y paja de cereal *ad libitum* y con libre acceso al agua.

Cuadro 7. Composición centesimal de los piensos empleados en la experiencia.

Ingredientes	1ª fase	2ª fase
Cebada	66	85.4
Torta de soja	15	10
Alfalfa deshidratada	15	0
Salvado de trigo	3	3
Manteca	0.2	0.2
Carbonato cálcico	0.6	1.2
Oligoelementos, minerales y vitaminas	0.2	0.2

Cada quince días aproximadamente, tras pesar a los terneros, se retiraba y pesaba el pienso remanente de cada grupo para el cálculo de la ingestión y del índice de conversión.

En el cuadro 7 se detalla la composición de los dos piensos utilizados en la experiencia. El primer pienso se administró desde que deja de suministrarse el pienso de adaptación hasta los 300 Kg, y el segundo pienso hasta los 550Kg. Los terneros sacrificados con 300 kg sólo recibieron el primer pienso.

1.5.3. Valor nutritivo y análisis químico de los piensos.

En el cuadro 8 se detallan los distintos componentes de los piensos utilizados en las fases de cebo y su valor nutritivo. El cálculo de la EM se realizó utilizando la fórmula del MAFF (1975):

$$EM = 0.0012*PB + 0.031*GB + 0.005*FB + 0.014*MELN$$

Cuadro 8. Valor nutritivo y composición química del pienso utilizado en las distintas fases de crecimiento de los terneros.

	1ª fase	2ª fase
EM/Kg MS (MJ)	12.95	13.12
Materia seca (%)	89.90	89.75
Proteína bruta (%)	17.93	15.66
Fibra bruta (%)	9.88	6.50
Grasa (%)	4.50	4.53
Cenizas (%)	5.65	4.48
Almidón (%)	32.23	38.03
MELN (%)	51.93	58.55

1.6. SACRIFICIO.

El sacrificio se realizó en las instalaciones de Mercazaragoza, en el Matadero Municipal, homologado por la U.E. Las canales fueron faenadas de acuerdo a procedimientos comerciales estándar y oreadas a 4°C durante 24 horas.

2. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS.

2.1. GANANCIA DE PESO VIVO.

Se determinó el peso inicial y el final antes del sacrificio, así como los días de cebo para cada animal.

Las pesadas se realizaron los martes cada dos semanas, revisando también la existencia de enfermedades o problemas en los animales.

La ganancia media diaria (G.M.D.), o velocidad de crecimiento, de cada individuo se obtuvo mediante el cociente del incremento de peso durante los días de cebo y los días de cebo.

Con estos datos también se obtuvo el crecimiento relativo (C.R.), donde:

$$C.R. = \frac{\ln \text{ peso final/peso inicial} \times 10^4}{\text{edad}}$$

-pf= peso final.

-pi= peso inicial.

2.2. CONSUMO DE ALIMENTO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.

El índice de conversión de pienso se calculó como los kilogramos de pienso consumido por cada lote durante el periodo comprendido entre dos pesadas dividido por los kilogramos de peso ganados por el lote durante el mismo periodo.

3. CALIDAD DE LA CANAL.

Tras el aturdimiento, desollado, desangrado y eviscerado, las canales fueron cortadas logitudinalmente.

3.1. PESO DE LA CANAL.

Se mide en las dos medias canales (peso de la canal caliente), después de lavadas y antes de que transcurra una hora desde el momento del sangrado.

Posteriormente se pasan a la cámara de refrigeración durante 24 horas a 4°C, y seguidamente se hicieron las determinaciones de los parámetros de calidad de la canal que se mencionan a continuación.

3.2. RENDIMIENTO DE LA CANAL.

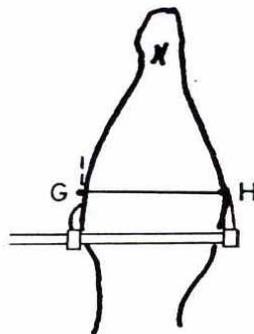
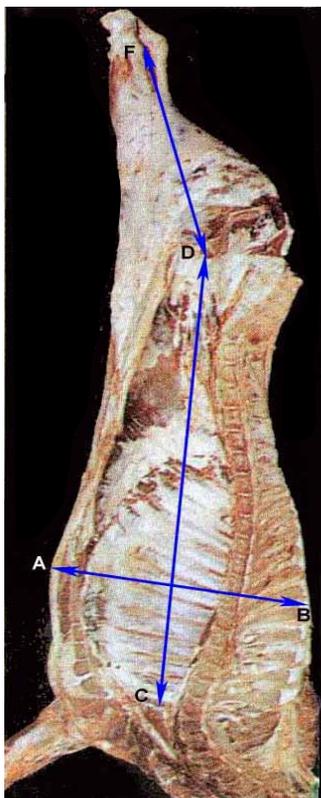
El rendimiento de la canal en porcentaje se calculó a través del cociente entre el peso de canal caliente (Kg) y el peso de sacrificio (Kg)*100.

3.3. CONFORMACIÓN OBJETIVA DE LA CANAL

Para determinar la conformación se tomaron las siguientes medidas zoométricas de las canales, según las recomendadas por Albertí y Sañudo (1997):

- Longitud de la canal: desde la sínfisis isquio-pubiana hasta el borde anterior de la primera costilla en su punto medio.
- Ancho de la canal: desde la última esternebra hasta el extremo dorsal de la apófisis espinosa de la sexta vértebra dorsal.
- Longitud de la pierna: desde la articulación tarsometatarsiana hasta el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana.

Figura 14. Medidas de la canal.



A-B: Ancho de la canal.
 C-D: Longitud de la canal.
 D-F: Longitud de la pierna.
 G-H: Ancho de la pierna.

Fuente: Elaboración propia a partir de De Boer et al. (1974).

- Anchura de la pierna: máxima en sentido medio lateral.
- Perímetro de la pierna: medida del contorno de la pierna a la altura de la sínfisis isquio-pubiana.

- Perímetro del fémur: perímetro de la zona media del fémur.

A través del cociente peso de la canal caliente (Kg)/ longitud de la canal (cm) se calculó el índice de compacidad de la canal (De Boer et al., 1974).

3.4. CONFORMACIÓN SUBJETIVA DE LA CANAL.

Se valoró la conformación de la canal según el sistema de clasificación comunitario de canales bovinas, mediante la apreciación visual de los perfiles y del desarrollo muscular de las diferentes regiones anatómicas de éstas, comparados con patrones fotográficos y una escala de quince valores. Esta escala ha sido establecida en los Reglamentos (C.E.E.) n° 1208/81 y (C.E.E.) n° 2930/81.

Aunque posteriormente a esta reglamentación se le ha añadido una clase Superior, para poder comparar resultados con otros trabajos, se ha usado la siguiente escala:

Cuadro 4. Escala de conformación.

E	U	R	O	P
Superior	Muy buena	Buena	Menos buena	Inferior
E+ (15)	U+ (12)	R+ (9)	O+ (6)	P+ (3)
E (14)	U (11)	R (8)	O (5)	P (2)
E- (13)	U- (10)	R- (7)	O- (4)	P- (1)

Fuente: Elaboración propia.

3.5. ESTADO DE ENGRASAMIENTO.

El estado de engrasamiento se valoró mediante la comparación visual de la cantidad y distribución de la grasa de cobertura con la escala de contenido de grasa establecida en los Reglamentos (C.E.E.) n° 1208/81, (C.E.E.) n° 2930/81, (C.E.E.) 1026/91.

La escala utilizada en la clasificación del estado de engrasamiento de las canales fue la siguiente:

Cuadro 5. Escala de engrasamiento.

1	2	3	4	5
No graso	Poco cubierto	Cubierto	Graso	Muy graso
1(1)	2- (4)	3- (7)	4- (10)	5- (13)
1 (2)	2 (5)	3 (8)	4 (11)	5 (14)
1+ (3)	2+ (6)	3+ (9)	4+ (12)	5+ (15)

Fuente: Elaboración propia.

3.6. COMPOSICIÓN DE LA CANAL.

3.6.1. Grasa pélvica y renal.

Para determinar la cantidad de grasa pélvica y renal de la media canal izquierda de cada animal, se separó y pesó la grasa correspondiente.

3.6.2. Superficie del músculo *longissimus dorsi*.

Para determinar la superficie del músculo *longissimus dorsi* de la décima costilla se calcó su contorno en papel vegetal y posteriormente se midió su área con un planímetro.

3.6.3. Despiece comercial. Contenido en músculo, grasa y hueso de la canal.

Para determinar la proporción de las categorías comerciales en la canal, se realizó el despiece comercial de las medias canales izquierdas, pesándose todas las piezas cárnicas. También se pesaron los huesos grandes y pequeños la cantidad de grasa, los recortes de carne y los testículos.

Con estos datos se halló la proporción en la canal de carne extra, carne de 1ª, carne de 2ª y carne de 3ª, según Agüera et al. (1986a; 1986b), agrupando las distintas piezas cárnicas como se detalla a continuación:

- Carne extra: Solomillo.
- Carne de 1ª: Lomo + Babilla + Tapa + Contra + Cadera y rabillo + Aguja + Espalda + Pez.
- Carne de 2ª: Falsa babilla + Llana + Morcillos y brazuelo.
- Carne de 3ª: Falda y diafragma + Filete de rellenar + Trapillos + Pescuezo + Costillar + Aleta + Recortes.

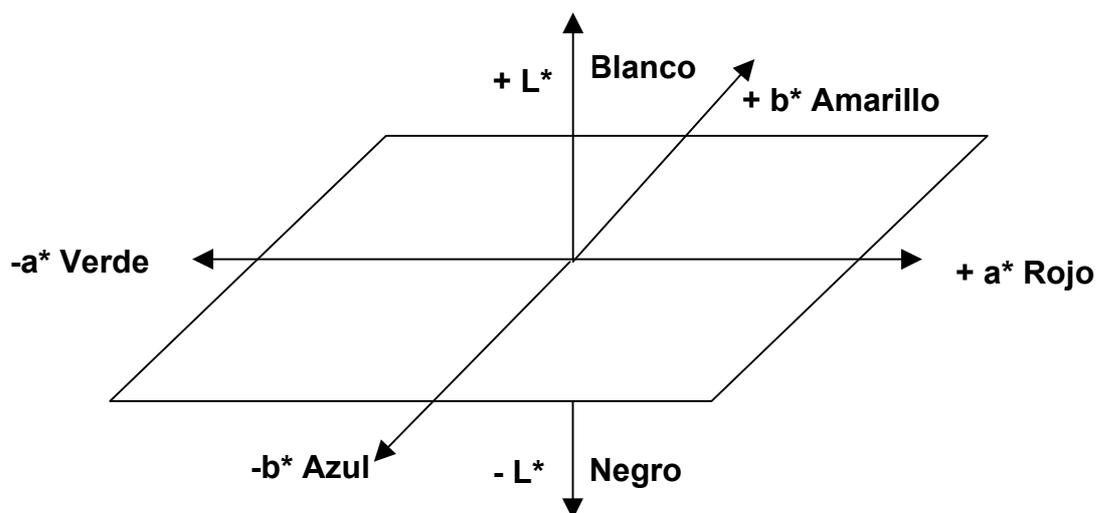
Se determinó también la relación músculo/hueso y la relación grasa/hueso.

4. CALIDAD INSTRUMENTAL DE LA CARNE.

4.1. COLOR DEL MÚSCULO.

Se midió el color externo del músculo utilizando un espectrocolorímetro Minolta CM-2002 (Minolta Camera Co. Ltd. Japón), midiéndose este con el sistema de coordenadas de color L^* (claridad), a^* (índice de rojo) y b^* (índice de amarillo).

Figura 15. Espacio de color CIE.



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un corte del músculo a las 24 horas, y en la superficie del corte se midió el color.

Para cada medida se hicieron tres lecturas en forma perpendicular a la superficie del corte en tres sitios distintos para evitar los problemas derivados de la dirección de las fibras musculares en superficie y de la heterogeneidad de la misma.

4.2. COLOR DE LA GRASA.

El color de la grasa subcutánea de la canal se midió a las 24 horas del sacrificio utilizando un colorímetro portátil Minolata CR-200b (Minolta Camera Co. Ltd. Japón), tipo doble función por luz reflejada con iluminación difusa, iluminante CIE tipo C y 8mm de diámetro como área de medida. Se utilizó el sistema de coordenadas de color CIE (1976), con sus valores L* (claridad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo).

Se realizaron tres lecturas, tomadas en distintos lugares sobre la región dorso lumbar de la media canal procurando evitar que el espesor de grasa fuese escaso para que el color del músculo subyacente no alterara el valor de la lectura. Por la misma razón se trató de realizar las lecturas en zonas no pigmentadas o con restos de sangre.

5. TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.

Los datos recogidos de la experiencia han sido tratados y elaborados mediante la hoja de cálculo Excel realizando posteriormente el estudio de las medias de cada lote para cada uno de los parámetros.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico S.A.S. (S.A.S., 1985).

En los parámetros de clasificación de la calidad de la canal, composición tisular y categoría comercial de los terneros ligeros se testó el efecto de introducir como covariable el peso de la canal caliente.

Las medias y errores estándar se obtuvieron mediante el procedimiento MEAN.

La comparación de medias entre las razas realizó mediante el procedimiento G.L.M. para muestras heterogéneas, con el test Duncan con un nivel de significación de $p > 0.01$, planteándose el modelo siguiente:

$$Y_i = \mu + R_i + e_i$$

donde:

Y_i es una observación de un carácter.

μ es una media general.

R_i es un efecto de la raza i .

e_i es el término aleatorio de error.

Para el análisis del color de la grasa se realizó un test de hipótesis tipo III MS tomando como término de error Ternero(raza), siguiendo este modelo:

$$Y_i = \mu + R_i + T_j + e_{ij}$$

donde:

Y_i es una observación de un carácter.

μ es una media general.

R_i es un efecto de la raza i .

T_j es el término Terneros(raza)

e_{ij} es el término aleatorio de error.

6. MÉTODO NIRS (Espectroscopía difusa de reflectancia en el infrarrojo cercano).

6.1. MUESTRAS.

6.1.1. Toma de muestras.

Las muestras de carne se tomaron del *longissimus dorsi* de animales sacrificados de las siete principales razas de bovino españolas: Rubia Gallega, Asturiana de los Valles, Avileña, Retinta, Morucha, Parda Alpina y Pirenaica.

Las muestras procedentes de estos animales se tomaron a las 24 horas del sacrificio estando las canales conservadas a 4 °C. El sacrificio de los animales se realizó a 300 y 550 Kg. Las muestras maduraron envasadas al vacío en bolsas de plástico, posteriormente fueron congeladas.

6.1.2. Preparación de las muestras.

Las muestras de carne se descongelaron en cámara frigorífica a 6°C durante 24 horas. Posteriormente se picó la carne en una picadora de carne convencional con 750 W de potencia durante 15-20 segundos por el mismo laborante hasta un picado homogéneo.

Se usó una cápsula redonda de 35 mm de diámetro interior y 10 mm de profundidad, de metal con un cristal de cuarzo.

Se colocó la carne picada dentro de las capsulas envueltas en una película de polietileno transparente, cuidando de no colocar ninguna porción de carne mal picada y de no arrugar la película, lo que podría falsear la lectura.

6.2. DATOS DE REFERENCIA.

Los datos de referencia de los distintos parámetros se determinaron en el laboratorio de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, utilizando el músculo *longissimus dorsi* de la décima costilla, y siguiendo las recomendaciones de la C.E.E.

6.2.1. Dureza.

La dureza de la carne se determinó a los 7 días después del sacrificio utilizando por ello la porción medial del filete de Longissimus dorsi de la décima costilla. Se cocinaron en tandas de tres a “baño María” durante 45 minutos a una temperatura de 75 °C. Después, los filetes se sumergieron en agua fría y se colocaron a 4 °C durante 24 horas.

Posteriormente, los filetes se cortaron en diez a quince muestras en forma de prisma rectangular a 5 cm de longitud y sección de 1 cm de lado. El corte se realizó de forma paralela a la dirección de las fibras musculares.

El ancho y alto de cada muestra se midieron con un calibre digital Mitutoyo (Mitutoyo Co., Japón; resolución 0.01 mm)

Para determinar su dureza a través de la resistencia al corte “deformación” y la fuerza de cizallamiento, las muestras preparadas se introdujeron en un INSTRON Serie 4301 (INSTRON Ltd., Reino Unido) provisto de una célula Warner-Bratzler.

Las variables estudiadas fueron:

- Carga máxima, medida en Kg., definida como la fuerza máxima que realiza la cizalla, para romper completamente la muestra.
- Carga en el límite elástico, medida en Kg., es la fuerza que realiza la cizalla en el punto de rendición de la muestra.
- Máximo esfuerzo, medido en Kg/cm², es la fuerza máxima por unidad de superficie de corte de la muestra.
- Dureza, medido en Kg/cm², correspondiente al trabajo necesario en relación al volumen de muestra, para originar su ruptura.
- Deformación de la muestra, medida en mm/mm.

6.2.2. Capacidad de retención de agua.

A los siete días postsacrificio se realizó la determinación de la capacidad de retención de agua (CRA) de la carne, en la porción lateral del músculo *longissimus dorsi* de la décima costilla.

Se utilizó el método de presión de Grau y Hamm (1953) y modificado por Sañudo et al. (1986). Se tomaron exactamente cinco gramos de carne picada y se colocaron entre dos papeles de filtro. Estos a su vez fueron colocados entre dos platos Petri de vidrio.

Durante cinco minutos se colocó, sobre este conjunto, un peso de 2250 gramos. Al cabo de este tiempo se tomó de nuevo el peso de la carne. Para cada animal se realizaron dos medidas.

La capacidad de retención de agua se expresó en porcentaje de pérdidas según la fórmula:

$$\text{Pérdidas por presión (\%)} = 100 - (\text{peso carne postpresión} / \text{peso carne ante presión}) \times 100$$

6.2.3. Análisis químico.

Utilizando el músculo *longissimus dorsi* de la décima costilla se realizaron los análisis químicos de la carne, determinando el contenido de la materia seca según la fórmula:

$$m.s. (\%) = 100 - \frac{((\text{recipiente} + \text{arena} + \text{carne fresca}) - (\text{recipiente} + \text{arena} + \text{carne seca})) \times 100}{\text{peso de carne fresca}}$$

Se determinaron también el contenido de las cenizas (siguiendo el método propuesto por la A.O.A.C., 1980), el contenido en proteína (contenido en nitrógeno por el método Kjeldahl multiplicado por 6.25) y el contenido en lípidos (empleando el método propuesto por Stodt, 1952), expresados en porcentaje de materia fresca.

Todas las determinaciones químicas se hicieron por duplicado. Se admitió un límite máximo de un 5% de diferencia entre las dos repeticiones. Cuando este límite era superado se volvían a realizar los análisis por duplicado. A la vista de los nuevos resultados se descartaban el dato o datos extremos si los hubiese y se hacía la media con los valores aceptados.

6.3. ESPECTROSCOPIO NIRS.

La toma de los espectros de todas las muestras fueron tomados en el Laboratorio de valoración de alimentos del Departamento de Producción Animal, situado en el SIA de la DGA, con un monocromador (modelo 6500, NIRSystems, Silver Springs, MD) en la región comprendida entre 400 y 2500 nm. La toma de espectros se obtuvo con el módulo “transport”, realizándose de cada muestra, dos repeticiones analizadas con cápsula redonda pequeña.

6.4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

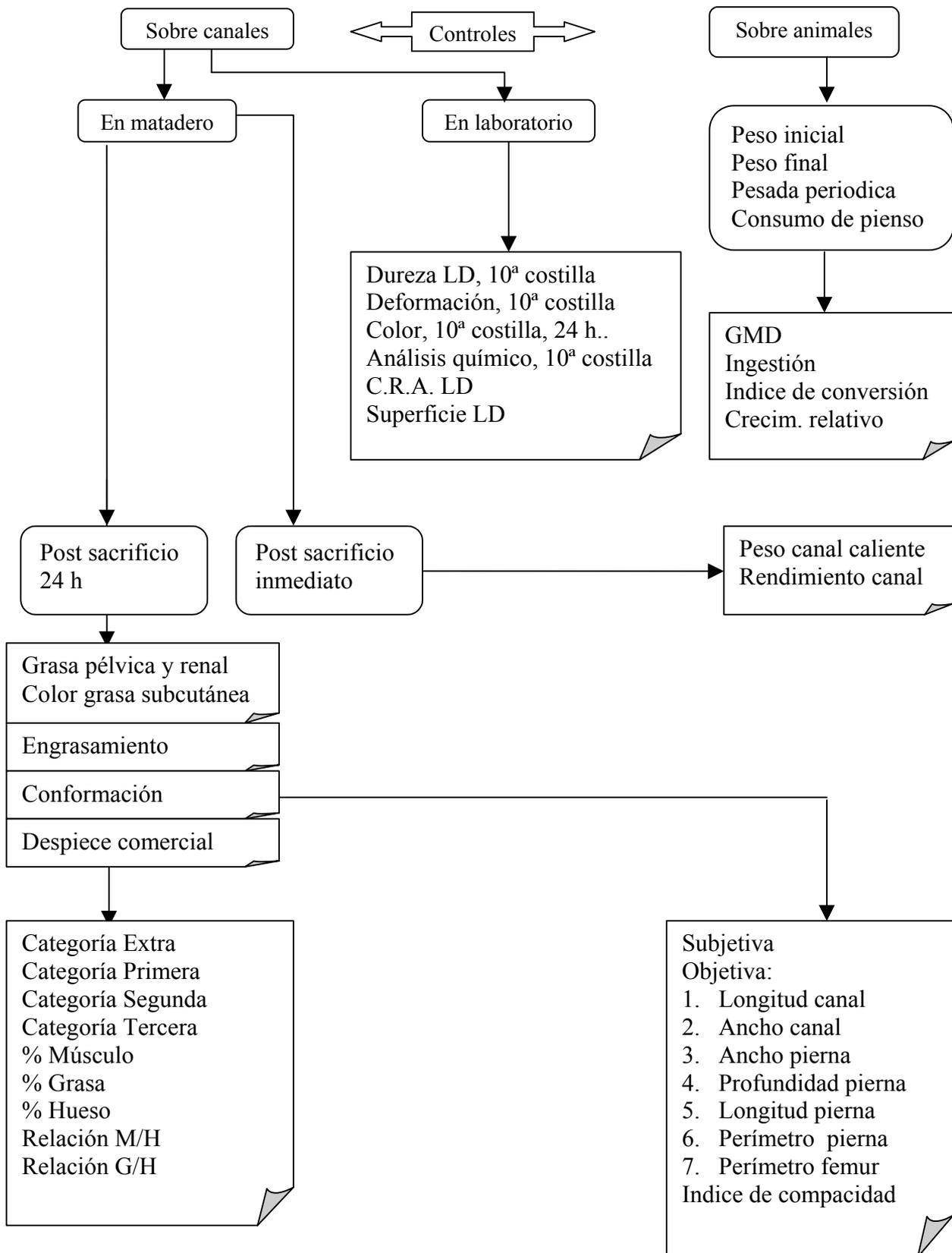
El control del monocromador y la recogida del archivo de espectros, así como la calibración y la validación se desarrollaron usando el programa informático NIRS 2 (versión 4.00; ISI. Infracsoft International, Port Matilda, Maryland, USA).

Para la calibración de las características físico-químicas a partir del espectro se usó el modelo lineal PLS (Partial Least Squares) modificados para la primera derivada.

No se usó ninguna corrección del tamaño de partícula (scatter correction) y para la proteína bruta, el esfuerzo máximo, la carga en el límite elástico y la dureza se usó un intervalo de derivación y de suavizado de ocho nm. Para el resto de los parámetros este intervalo fue de dos nm.

La validación cruzada se realizó con seis grupos de validación para la CRA, cenizas y la carga máxima, y cinco grupos de validación para el resto de los parámetros observados.

Figura 16. Esquema de los controles y recogida de datos de esta experiencia.



V. RESULTADOS

1. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS.

1.1. GANANCIA DE PESO VIVO.

La ganancia media diaria (GMD) de peso vivo de los terneros es uno de los parámetros que se utilizan con preferencia para establecer el potencial de una raza (Albertí et al., 1999).

Renand (1995) menciona además que la eficacia económica en la fase de cebo se encuentra estrechamente relacionada con la velocidad de crecimiento y a la eficiencia alimentaria, características que dependen fuertemente del potencial de crecimiento del músculo.

En el cuadro 9 se muestran los resultados de peso inicial, peso final, GMD y crecimiento relativo de las siete razas españolas sacrificadas a 300 Kg.

Cuadro 9. Pesos y ganancia media diaria de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

Número de terneros	AS 4	AV 3	MO 4	PA 4	PI 4	RE 4	RG 5	EE	Sig.
Peso inicio, Kg	320.2 ^b	269.3 ^{bc}	237.5 ^c	265.5 ^{bc}	306.0 ^{bc}	232.2 ^c	409.0 ^a	17.83	***
Peso final., Kg	323.2 ^b	326.0 ^b	284.7 ^b	317.5 ^b	314.2 ^b	320.2 ^b	433.0 ^a	18.40	***
Días cebo	6	33	33	31	6	55	6		
G.M.D., kg/d	--	1.82	1.81	1.80	--	1.83	--	0.46	NS
Desv. Est.	--	0.21	0.12	0.51	--	0.12	--		
Crecimiento relativo ¹	--	58.6	58.1	57.3	--	59.9	--	10.57	NS

(GMD= Ganancia media diaria; Desv. Est.= Desviación estándar; EE= Error estándar; Sig.=Nivel de significación; AS= raza Asturiana de los valles; AV= raza Avileña; MO= raza Morucha; PA= raza Parda Alpina; PI= raza Pirenaica; RE= raza Retinta; RG= Rubia Gallega.)

$${}^1\text{CR} = \text{Ln} ((\text{pf/pi})/\text{edad})10^4$$

* P<0.05

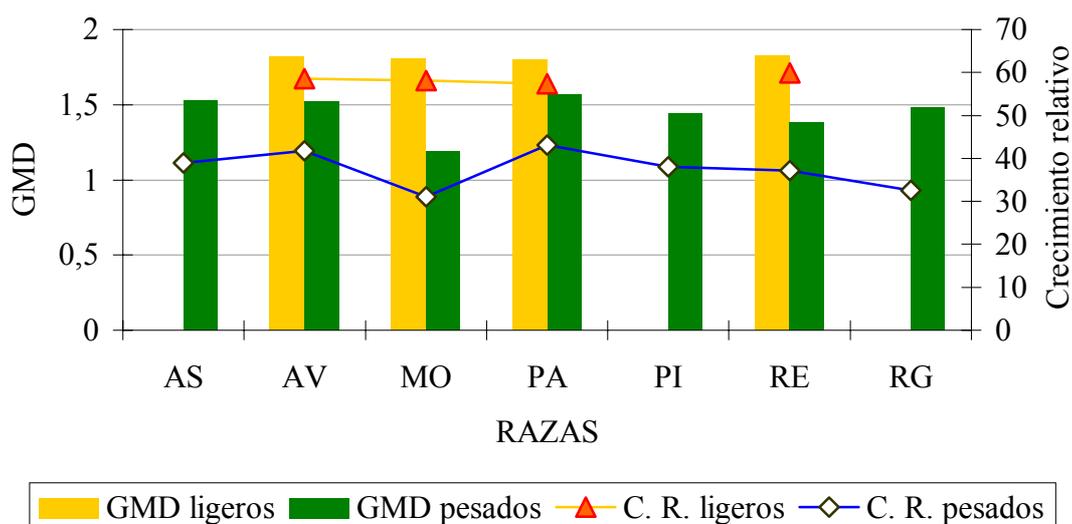
** P<0.01

*** P<0.0001

NS= No significativo

El peso al inicio mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) entre las distintas razas, alcanzando el mayor peso de inicio Rubia gallega, mientras que las razas Retinta y Morucha fueron las más livianas, ocupando las demás un lugar intermedio. Hubo una gran diferencia de pesos (alrededor de 140 Kg) entre la raza de mayor peso, que fue Rubia gallega, y las de menor peso, Retinta y Morucha.

Gráfico 2. GMD y Crecimiento relativo de los terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.



El peso final, por estar fijado experimentalmente no debería acusar diferencias significativas. Debido a que los terneros de Rubia gallega llegaron a la explotación superando ya el peso de sacrificio las diferencias son altamente significativas ($P < 0.001$).

No se ofrecieron datos de la GMD de Pirenaica, Asturiana y Rubia gallega ya que por sus pesos de llegada a la explotación sólo estuvieron seis días en periodo de cebo. En ese tiempo, los animales no se pueden adaptar al entorno ni a la dieta de forma que los datos que ofrecieron no fueron fiables.

En el resto de las razas no se vieron diferencias significativas entre ellas con unas GMD entre 1.80 y 1.83 Kg/día. Parda alpina raza presenta una desviación estándar de 0.51, que indica cierta heterogeneidad del lote frente a los lotes de las razas Morucha y Retinta que fueron más homogéneos debido a su adaptabilidad por ser razas más rústicas.

El crecimiento relativo de Asturiana de los valles, Pirenaica y Rubia gallega no se indicó por las mismas razones que para la GMD. El resto de las razas no tuvieron diferencias significativas entre ellas con crecimientos entre 57.3 y 59.9 correspondientes a Parda alpina y Retinta respectivamente.

Como se puede observar en el cuadro 10, para los animales sacrificados a 550 Kg el peso inicial presentó diferencias muy significativas ($P < 0.0001$) debido a que la raza Rubia gallega superó ampliamente a las demás razas, que no tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

El peso final, por estar fijado experimentalmente no presentó diferencias significativas.

La raza de menor estancia fue Rubia gallega que permaneció cuatro meses a causa de su alto peso de inicio de experiencia. La raza Morucha, en cambio, fue la que mayor tiempo permaneció en cebo (casi ocho meses).

Aunque no existieron diferencias significativas entre razas en cuanto a la GMD, Morucha destacó por tener la menor GMD (1.19), causante del periodo tan largo de cebo hasta que llegó al peso fijado.

Cuadro 10. Pesos y ganancia media diaria de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

Número de terneros	AS 3	AV 4	MO 4	PA 4	PI 3	RE 4	RG 3	EE	Sig.
Peso inicio, Kg	287.0 ^b	230.2 ^b	259.0 ^b	239.5 ^b	262.7 ^b	244.7 ^b	369.7 ^a	16.54	**
Peso final, Kg	522.7	545.5	539.5	529.5	533.7	544.5	556.7	24.08	NS
Días cebo	154	207	236	185	188	217	126		
G.M.D., kg/d	1.53	1.52	1.19	1.57	1.44	1.38	1.48	0.31	NS
Desv. Est.	0.13	0.05	0.11	0.18	0.14	0.18	0.37		
Crecimiento relativo¹	39.0 ^{ab}	41.7 ^{ab}	31.1 ^b	43.1 ^a	38.0 ^{ab}	37.1 ^{ab}	32.5 ^{ab}	2.40	*

(GMD= Ganancia media diaria; Desv. Est.= Desviación estándar; EE= Error estándar; Sig.=Nivel de significación; AS= raza Asturiana de los valles; AV= raza Avileña; MO= raza Morucha; PA= raza Parda Alpina; PI= raza Pirenaica; RE= raza Retinta; RG= Rubia Gallega.)

$${}^1\text{CR} = \text{Ln} \left(\frac{\text{pf}}{\text{pi}} \right) / \text{edad} \cdot 10^4$$

La mayor estabilidad de los lotes por el periodo de cebo más largo se reflejó en la desviación estándar, que nos dio valores bajos indicando mayor homogeneidad de los animales dentro de cada lote.

Parda alpina obtuvo el mayor valor para el crecimiento relativo (43.1) y Morucha el menor con 31.1. El resto de las razas presentó valores intermedios sin diferencias significativas entre ellas.

Con el aumento de peso de sacrificio, disminuyó la GMD y el crecimiento relativo de todas las razas. La mayor disminución de la GMD la obtuvo la raza Morucha, y Morucha también tuvo, junto con la raza Retinta la mayor disminución de su crecimiento relativo. En general, conforme aumenta la edad y el peso del animal, el tejido que más aumenta su crecimiento respecto a los demás, es la grasa. Como la formación de grasa es más costosa energéticamente que la de músculo para el animal, la ganancia de peso se ralentiza.

1.2. CONSUMO DE PIENSO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.

Uno de los parámetros productivos que cobra importancia en la fase de cebo es la eficiencia alimenticia.

La eficiencia de conversión medida como la cantidad de materia seca del alimento requerida por unidad de peso ganado, es la más importante desde el punto de vista productivo, ya que depende fundamentalmente del costo de mantenimiento, del nivel de consumo y del tipo de tejido retenido (Di Marco, 1993).

En el cuadro 11, se muestran los valores de consumo de pienso y los índices de conversión para cada raza a 300 Kg.

Cuadro 11. Media por raza de la ingestión de pienso y el índice de conversión de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG
IP, g ms/Kg^{0,75}	--	82.5	77.3	96.6	67.3	83.8	--
IC, Kg/Kg	--	3.8	3.9	4.5	4.0	3.9	--

(IC= índice de conversión de pienso en kg/kg; IP= Ingestión pienso en g ms/kg^{0,75})

En el cuadro se observa que Pardo alpina presentó la mayor ingestión de pienso (96.6) al igual que presentó el índice de conversión más alto. Avileña y Retinta obtuvieron ingestiones parecidas entorno a los 83 g ms/kg^{0,75}.

Morucha y Pirenaica tuvieron las ingestiones más bajas con $77.3 \text{ g ms/kg}^{0.75}$ y $67.3 \text{ g ms/kg}^{0.75}$ respectivamente. Asturiana y Rubia gallega no dieron datos por el breve periodo de cebo.

Los terneros de las razas de precocidad intermedia, Avileña, Morucha y Retinta, que se caracterizan por su índice de conversión, que fue más elevado que el de las razas de precocidad tardía como Pirenaica y Parda alpina que fueron menos eficientes energéticamente.

Se observó que a una menor capacidad de ingestión, corresponde una menor GMD (Albertí, 1997) aunque se debe tener en cuenta el índice de conversión. Así, Parda alpina con la ingestión de pienso más alta, por tener el índice de conversión más alto, obtuvo la GMD y el crecimiento relativo más bajos. Sin embargo, Retinta que tuvo la ingestión más alta detrás de Parda alpina, al tener el índice de conversión en un término medio, si obtuvo la GMD y el crecimiento relativo más alto.

En el cuadro 12, se muestran los valores de la ingestión de pienso y el índice de conversión para 550 Kg.

Cuadro 12. Media por raza de la ingestión de pienso y el índice de conversión de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

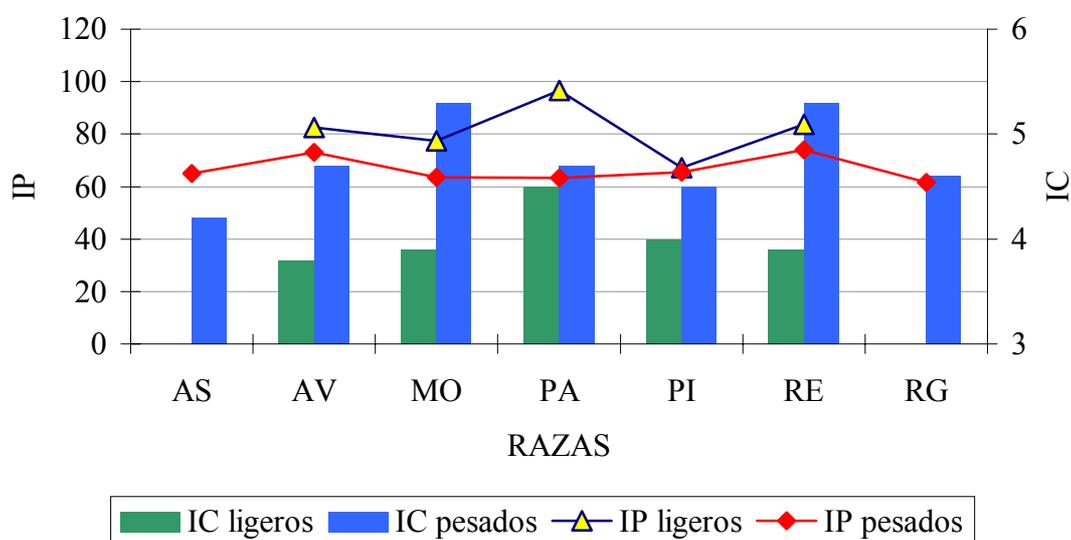
	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG
IP, g ms/Kg^{0.75}	65.0	73.0	63.5	63.2	65.4	74.0	61.6
IC, Kg/Kg	4.2	4.7	5.3	4.7	4.5	5.3	4.6

(IC= índice de conversión de pienso en kg/kg; IP= Ingestión pienso en $\text{g ms/kg}^{0.75}$)

Para los animales pesados, para cada grupo de precocidad, existe una relación directa entre la ingestión de pienso y GMD; así, los terneros de Rubia gallega tuvieron menor capacidad de ingestión y GMD que Parda alpina y Pirenaica, y a su vez, los Moruchos menores que Retinta y Avileña. Sin embargo, los terneros culones de Asturiana de los valles, que presentaron una ingestión de pienso intermedia, tuvieron una GMD acorde y un índice de conversión bajo. Este resultado concuerda con el estado de engrasamiento de sus canales, que fueron las menos engrasadas a este peso junto con Rubia gallega.

Los mayores índices de conversión los obtuvieron Rubia gallega y Morucha (5.3) que presentaron las canales más engrasadas.

Gráfico 3. Índice de conversión e ingestión de pienso para los terneros sacrificados a 300 y 500 Kg.



(IC: Índice de conversión en Kg/Kg; IP: Ingestión de pienso en g ms/Kg^{0,75})

Con el incremento de peso la ingestión de pienso disminuye y el índice de conversión aumenta, por lo que, en general, la GMD y el crecimiento relativo disminuyen.

La raza Morucha es la que más disminuye su ingestión al aumentar su peso, y Retinta y Morucha, disminuyen su índice de conversión más que las demás razas.

Si tenemos en cuenta que la velocidad de crecimiento se encuentra directamente relacionada con la ingestión de pienso (IP) y el índice de conversión (IC), vemos que a 550 Kg, las razas que evidenciaron una menor GMD, como Morucha, tuvieron una menor ingestión de pienso y un índice de conversión alto (Ver cuadro 9).

2. CALIDAD DE LA CANAL.

2.1. PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL.

El porcentaje de rendimiento canal, es uno de los parámetros más relevantes tanto para el productor como para el industrial. El peso de canal es un carácter cuantitativo, objetivo y de fácil medición, que influye en la variación del precio y se encuentra condicionado por las exigencias de los diferentes mercados (Franco, 1997).

En el cuadro 13, se presentan los resultados de peso canal y rendimiento de las razas estudiadas.

Cuadro 13. Peso y rendimiento canal de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
PC, Kg	213.5 ^b	186.9 ^{bc}	155.9 ^c	184.5 ^{bc}	193.2 ^{bc}	172.2 ^{bc}	280.5 ^a	11.29	***
Rto., %	66.0 ^a	57.3 ^c	54.7 ^d	58.3 ^c	61.5 ^b	53.7 ^d	64.7 ^a	0.65	***

(PC= peso canal caliente, en Kg; Rto.= rendimiento canal, en porcentaje.)

Los resultados para los animales ligeros muestran diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) en el peso de canal caliente, siendo la canal más pesada la de Rubia gallega (280.5 Kg) a causa de que tuvo también el mayor peso de sacrificio. Esta mostró diferencias significativas con Avileña, Parda alpina, Retinta y Pirenaica. Morucha presentó la canal más ligera, quedando Asturiana de los valles en un lugar intermedio.

El peso canal está en función del rendimiento canal, pero también influye el peso al sacrificio del animal. Así, el peso canal tan alto de Rubia gallega fue debido a su alto peso de sacrificio, al igual que el bajo peso de la canal de Morucha fue a consecuencia de ser sacrificada con poco peso.

Retinta y Asturiana de los valles, que presentaron pesos similares al sacrificio (3 Kg de diferencia de Retinta sobre Asturiana) presentaron mayores diferencias en el peso canal (41 Kg más la canal de Asturiana) debido al rendimiento canal.

El menor rendimiento canal lo tuvo Pirenaica (51.5 %) y el mayor Asturiana de los valles (66.0 %) debido a la hipertrofia muscular, junto con Rubia gallega.

Como se aprecia en el cuadro 14, en el peso de canal caliente de los animales pesados no se hallaron diferencias significativas. Sin embargo, las diferencias en el rendimiento de la canal fueron altamente significativas.

Las razas de mayor rusticidad, Retinta, Avileña y Morucha obtuvieron los rendimientos canales más bajos sin diferencias entre ellas. Parda alpina y Pirenaica se encuentran en un lugar central mientras que Asturiana de los valles y Rubia gallega siguen con los mayores rendimientos.

Cuadro 14. Peso y rendimiento canal de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
PC, Kg	353.3	316.0	313.9	327.4	336.2	305.1	363.3	15.65	NS
Rto.,%	67.6 ^a	57.9 ^d	58.2 ^d	61.8 ^c	63.1 ^{bc}	56.0 ^d	65.2 ^{ab}	0.23	***

(PC= peso canal caliente, en Kg; Rto.= rendimiento canal, en porcentaje.)

En general se observa un aumento del rendimiento de la canal con el peso. Esto era de esperar puesto que el animal, una vez formadas las vísceras y el tejido óseo, aumenta su peso en músculo y posteriormente en grasa.

2.2. CLASIFICACIÓN SUBJETIVA DE LA CONFORMACIÓN Y EL ESTADO DE ENGRASAMIENTO.

Como se puede ver en el cuadro 15, con el sacrificio a 300 Kg, existen diferencias significativas en la conformación y el engrasamiento. La mejor conformación la obtuvo Asturiana de los valles (11.2- U) debido al uso de animales culones o hipertróficos, la peor clasificación fue la de Retinta (O+), mientras que las demás razas presentaron conformaciones similares, aunque Morucha tuvo tendencia a mala conformación.

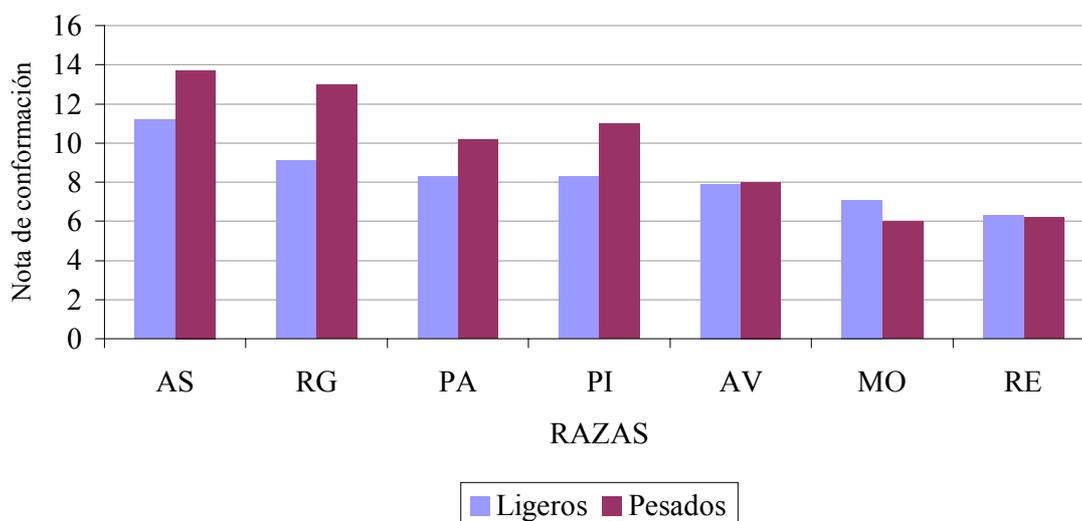
Cuadro 15. Medias mínimo cuadráticas de la conformación y el engrasamiento corregidas a peso de canal caliente de las canales de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
Conformación	11.2 ^a (U)	7.9 ^{bc} (R)	7.1 ^{bc} (R ⁻)	8.3 ^b (R)	8.3 ^b (R)	6.3 ^c (O ⁺)	9.1 ^b (R)	0.51	**
Engrasamiento	2.1 ^{bc} (1)	4.6 ^b (2)	6.5 ^a (2 ⁺)	4.1 ^b (2 ⁻)	4.9 ^b (2)	5.6 ^b (2)	0.8 ^c (1 ⁻)	0.43	**

El estado de engrasamiento en los animales más jóvenes presentó diferencias significativas donde destacó el valor de Rubia gallega (0.8), anormalmente bajo.

Este valor se debe a la corrección de este valor al realizar la covarianza de los datos respecto al peso de canal caliente. El estado de engrasamiento de esta raza sin covariar correspondía a 2.5. El mayor valor de engrasamiento lo presentó Morucha debido a que es más precoz y comienza a depositar grasa a menor peso.

Gráfico 4. Notas de conformación para terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.

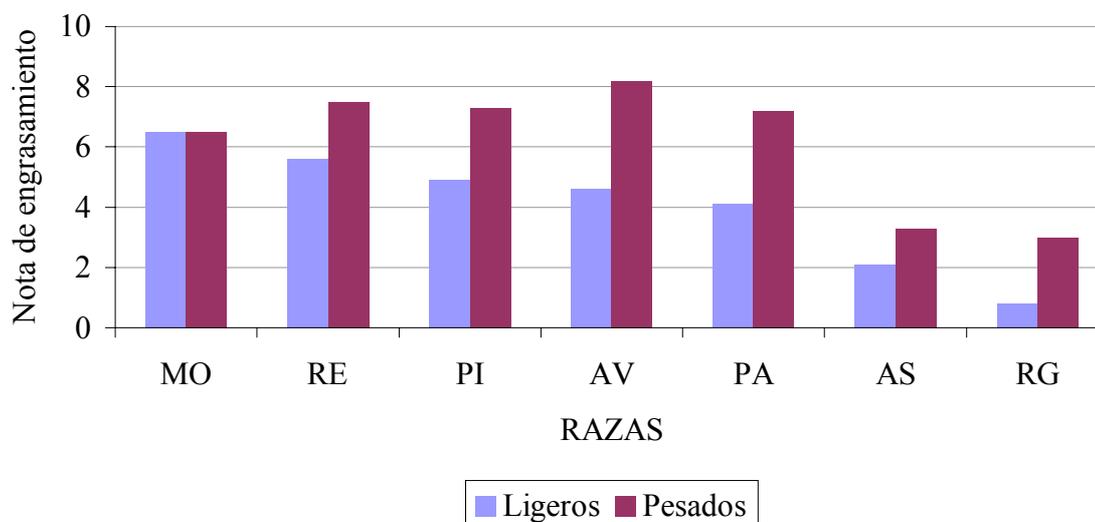


Cuadro 16. Conformación y engrasamiento de canales de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
Conformación	13.7 ^a (E)	8.0 ^c (R)	6.0 ^d (O ⁺)	10.2 ^b (U)	11.0 ^b (U)	6.2 ^{cd} (O ⁺)	13.0 ^a (E ⁻)	0.44	***
Engrasamiento	3.3 ^b (1 ⁺)	8.2 ^a (3)	6.5 ^a (2 ⁺)	7.2 ^a (3 ⁻)	7.3 ^a (3 ⁻)	7.5 ^a (3 ⁻)	3.0 ^b (1 ⁺)	0.52	***

La conformación para los animales sacrificados a 550 Kg presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$). Las mejores conformaciones fueron las de Asturiana de los valles y Rubia gallega. Parda alpina y Pirenaica obtuvieron notas altas y similares, quedando Avileña, Morucha y Retinta con las peores conformaciones.

En cuanto al engrasamiento Avileña, Morucha Parda alpina, Pirenaica y Retinta obtuvieron, sin diferencias significativas entre, las peores notas de engrasamiento, mientras que Asturiana de los valles y Rubia gallega obtuvieron las canales menos engrasadas.

Gráfico 5. Notas de engrasamiento para terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.

Con el aumento de peso, las diferencias de conformación se hacen más significativas, mejorando de categoría Asturiana y Rubia gallega hasta Excelente, mientras que Retinta y Avileña casi no varían. La raza Morucha empeora su conformación con el aumento de peso.

También aumentan las diferencias significativas entre razas en los valores de engrasamiento. Además, todos los animales aumentan su engrasamiento, debido a que con la edad el crecimiento relativo de huesos y músculo pierde importancia frente a la deposición de grasa, que aumenta.

Los animales de mejor conformación, Asturiana y Rubia gallega, presentaron los valores de engrasamiento más bajos y Avileña el más alto con un gran incremento del engrasamiento de un peso a otro.

2.3. CONFORMACIÓN Y MEDIDAS DE LA CANAL.

La conformación es un carácter cualitativo y a su vez cuantitativo de la canal, susceptible de estimarse mediante apreciación subjetiva y de cuantificarse mediante medidas objetivas (Colomer, 1992).

Con el fin de estandarizar el uso de las distintas medidas la Asociación Europea de Producción Animal (AEPA), propuso una serie de medidas para definir el grado de conformación de la canal.

Según De Boer et al. (1974), estas medidas son: longitud de la canal, ancho de la canal, longitud de la pierna y espesor de la pierna.

Aunque la mayoría de estas medidas están limitadas a trabajos experimentales y a concursos de canales, algunas de ellas, como la longitud de canal es usada en mataderos, para definir el grado de compacidad, el que resulta de calcular el cociente peso/longitud.

En los cuadros 17 y 18 se muestran los resultados de las medidas de la canal, el área del lomo y el índice de compacidad.

Cuadro 17. Medias mínimo cuadráticas de las medidas de conformación de la canal corregidas a peso de canal caliente de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
LC, cm	104.7 ^b	113.6 ^{ab}	115.0 ^{ab}	110.8 ^b	110.6 ^b	117.7 ^a	103.7 ^b	1.24	**
AC, cm	48.4 ^b	53.9 ^a	54.0 ^a	50.4 ^{ab}	51.2 ^{ab}	53.6 ^a	50.6 ^{ab}	0.71	**
LP, cm	71.0 ^c	74.3 ^b	75.1 ^b	70.4 ^c	70.5 ^c	78.5 ^a	70.9 ^c	0.74	***
AP, cm	25.1	22.3	20.8	23.6	23.5	22.1	27.5	0.96	NS
PFP, cm	39.5	38.4	37.5	37.7	37.4	39.4	37.9	0.67	NS
PP, cm	107.3 ^a	101.3 ^c	98.5 ^c	102.0 ^{bc}	102.5 ^{bc}	104.1 ^{ab}	104.1 ^{ab}	1.02	**
PF, cm	12.0 ^b	12.4 ^{ab}	12.8 ^{ab}	13.9 ^a	13.1 ^{ab}	14.1 ^a	12.8 ^{ab}	2.79	**
SL, cm²	90.9 ^b	67.6 ^a	56.3 ^a	70.3 ^a	80.7 ^b	59.5 ^a	94.0 ^b	12.24	***
ICC, Kg/cm	1.99 ^b	1.67 ^c	1.43 ^c	1.69 ^{bc}	1.76 ^{bc}	1.51 ^c	2.40 ^a	0.073	***

(LC= longitud de canal, en cm; AC= ancho de canal, en cm; LP= longitud de pierna, en cm; AP= ancho de la pierna, en cm; PFP= profundidad de la pierna, en cm; PP= perímetro de la pierna, en cm; PF= perímetro del femur, en cm; SL= superficie del lomo, en cm²; ICC= índice de compacidad, en kg/cm)

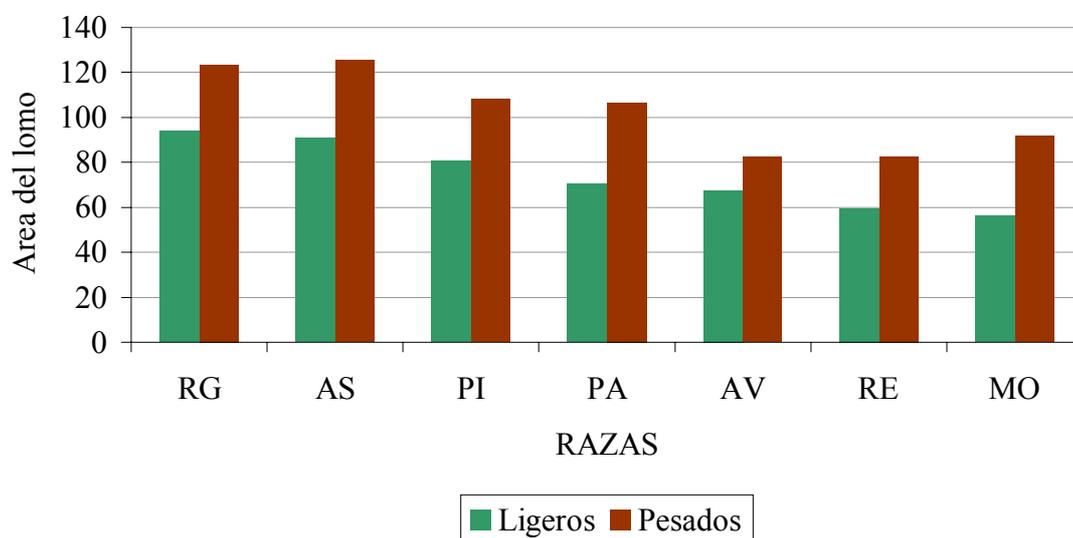
Para pesos de 300 Kg, se observa que no existen diferencias significativas en el ancho y profundo de la pierna. De forma general, vemos que las razas rústicas como Avileña y Morucha, junto con Retinta, que destacó sobre todas, tuvieron las mayores longitudes de canal y pierna, así como las mayores anchuras de canal, al mismo tiempo que coinciden estas mismas razas con los menores índices de compacidad. Destaca que a este peso Retinta tuvo la peor conformación (O+) seguida de Avileña y Morucha (R-).

De igual manera se aprecia otro bloque sin diferencias significativas entre ellas respecto a la longitud de la canal y de la pierna entre Asturiana de los valles, Parda alpina, Pirenaica y Rubia gallega. La misma agrupación se puede hacer para el ancho de la canal, salvo Asturiana de los valles que tuvo el valor más bajo (48.4 cm).

Respecto al índice de compacidad, los más altos fueron los de Rubia gallega (2.40 Kg/cm) y Asturiana de los valles (1.99 Kg/cm) con diferencias entre sí y correspondientes a los dos mayores pesos de canal y las mejores conformaciones. Parda alpina y Pirenaica no tuvieron diferencias significativas entre ellas. Las razas de mayor rusticidad (Avileña, Morucha y Retinta) tuvieron las canales menos compactas.

Existen diferencias altamente significativas para el área del lomo a 300 Kg. Pirenaica, Asturiana de los valles y Rubia gallega obtuvieron las mayores superficies de lomo frente a Avileña, Morucha, Parda alpina y Retinta, que tuvieron los lomos de menor superficie. No hay relación con el peso ni con los ritmos de crecimiento, pero si que se observa que Asturiana de los valles, Rubia gallega y Pirenaica obtuvieron rendimientos de canal mayores que las demás razas.

Gráfico 6. Superficie del lomo para terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.



(Área del lomo en cm²)

Parda alpina y Retinta obtuvieron los menores perímetros de fémur sin diferencias significativas entre ellas. Avileña, Morucha, Rubia gallega y Pirenaica tuvieron perímetros medios y Asturiana de los valles tuvo el menor (12.0 cm).

La longitud de la canal de los animales sacrificados a 550 Kg presentó diferencias muy significativas ($P < 0.01$), siendo las canales más largas las de Retinta y las de Morucha y Avileña que no presentaron diferencias estadísticamente significativas. En término medio se encontraron Parda alpina y Rubia gallega, seguidas de Pirenaica y Asturiana de los valles que dieron las canales más cortas.

Las canales más anchas fueron las pertenecientes a Avileña y Morucha. Los valores intermedios correspondieron a Parda alpina Pirenaica y Retinta quedando Rubia gallega (58.5 cm) y Asturiana de los valles (57.5 cm) con las canales menos anchas.

Cuadro 18. Medidas de conformación de la canal de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
LC, cm	119.7 ^{bc}	130.7 ^{ab}	130.7 ^{ab}	126.0 ^{abc}	123.7 ^{bc}	132.7 ^a	126.3 ^{abc}	1.93	**
AC, cm	57.5 ^c	65.2 ^a	64.0 ^{ab}	60.1 ^{abc}	59.7 ^{abc}	62.0 ^{abc}	58.5 ^{bc}	1.32	**
LP, cm	79.2	80.7	82.1	81.2	81.2	83.4	81.0	1.69	NS
AP, cm	31.7 ^{ab}	27.0 ^{cd}	26.0 ^{cd}	29.1 ^{bc}	28.0 ^{cd}	25.1 ^d	33.3 ^a	0.7	***
PFP, cm	46.3 ^a	42.2 ^c	42.7 ^{bc}	43.9 ^{abc}	43.2 ^{bc}	41.2 ^c	45.7 ^{ab}	1.93	**
PP, cm	127.0 ^{ab}	113.9 ^{cd}	111.2 ^{cd}	119.2 ^{bc}	117.8 ^c	108.5 ^d	127.8 ^a	0.69	***
PF, cm	14.4	15.2	14.7	15.3	14.6	14.8	15.6	4.00	NS
SL, cm²	125.5 ^a	82.3 ^c	91.8 ^{bc}	106.5 ^{ab}	108.3 ^{ab}	82.6 ^c	123.4 ^a	15.04	***
ICC, Kg/cm	2.95 ^a	2.42 ^b	2.40 ^b	2.60 ^{ab}	2.71 ^{ab}	2.30 ^b	2.87 ^a	0.097	**

(LC= longitud de canal, en cm; AC= ancho de canal, en cm; LP= longitud de pierna, en cm; AP= ancho de la pierna, en cm; PFP= profundidad de la pierna, en cm; PP= perímetro de la pierna, en cm; PF= perímetro del fémur, en cm; SL= superficie del lomo, en cm²; ICC= índice de compacidad, en kg/cm)

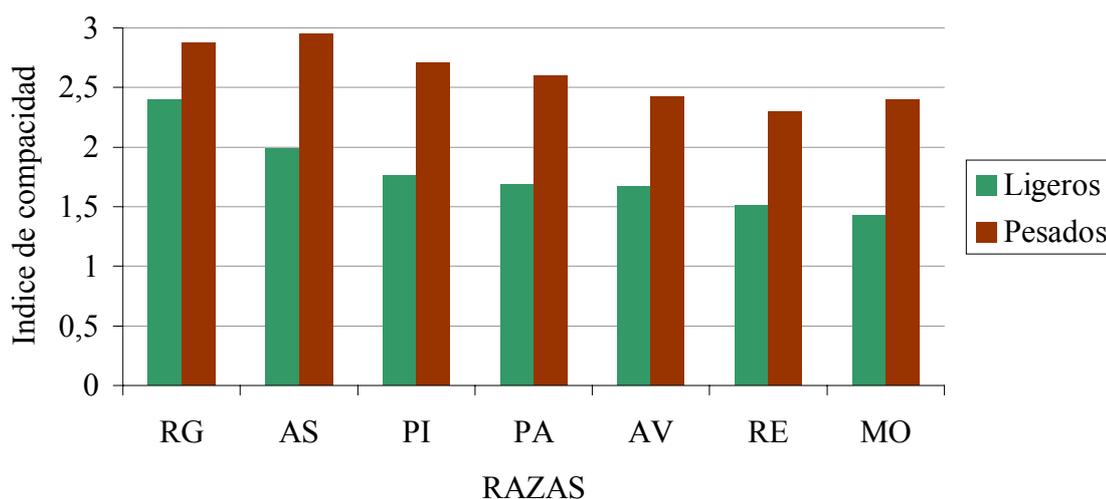
Las razas menos rústicas como Asturiana y Rubia gallega obtuvieron las piernas más anchas y de mayor perímetro con diferencias significativas entre sí, y las más rústicas, Avileña y Morucha, junto con Pirenaica consiguieron los valores menores. La más estrecha y de menor perímetro fue Retinta con 25.1 cm y 108.5 cm respectivamente.

Con el sacrificio a 550 Kg, se mantienen las diferencias altamente significativas, teniendo Asturiana de los valles y Rubia gallega las mayores superficies de lomo, seguidas de Parda alpina y Pirenaica. Morucha tuvo un lomo de 91.8 cm y los de menor superficie fueron Avileña y Retinta. Estas tres últimas razas obtuvieron los menores rendimientos canales y las demás razas los mayores con diferencias significativas entre sí.

Respecto al perímetro del fémur no existen diferencias entre razas a este peso.

Lógicamente, conforme aumenta el peso al sacrificio aumentan todas las medidas de la canal. Se hace notar que aunque Rubia gallega es la raza que más aumentó su longitud de canal al pasar de 300 Kg a 550 Kg, su índice de compacidad fue el menor incremento notó respecto a otras razas debido a que es la raza que menos incremento del peso canal obtiene de un sacrificio a peso ligero al de un peso mayor.

Gráfico 7. Índice de compacidad para terneros sacrificados a 300 y 550 Kg.



(Índice de compacidad en Kg/cm.)

Se observó el menor crecimiento en Retinta de las cuatro medidas de la pierna. Como en la pierna trasera encontramos varias de las piezas de primera categoría, podemos pensar podemos pensar en un detrimento del valor comercial en pesos altos para la raza Retinta. Según Vallejo (1992), las piezas comerciales de superior categoría tienen coeficientes de alometría más bajos que los de las piezas de categorías inferiores por lo cual, conforme se vaya incrementando el peso de la canal, la importancia de las piezas de mayor valor va ligeramente disminuyendo. Así, pues, al ser la raza Retinta de mayor precocidad se puede acentuar la disminución de esta importancia.

De hecho, más adelante se comprobará que con el aumento de peso, Retinta disminuyó su porcentaje de piezas de esta categoría, referido a canal y a músculo, siendo la que más lo hizo en porcentaje de músculo.

Con el aumento de peso desaparecen las diferencias de perímetro de fémur entre razas, pero el menor diámetro lo obtienen Asturiana, ya que es una característica de la hipertrofia en animales de 3 meses a un año (Cima, 1996).

Con el aumento del peso de sacrificio aumentó la superficie del lomo en todas las razas. Morucha y Parda alpina fueron las razas que más notaron este aumento de superficie, aunque si no hubiera sido porque Rubia gallega se sacrificó a un peso muy alto dentro de la categoría de ligeros, probablemente hubiera sido la que más hubiese aumentado su área de lomo. La raza que menos aumentó fue Avileña.

2.4. COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL

La composición tisular, junto con el rendimiento de la canal, han sido los criterios más utilizados para evaluar la calidad de la canal (Franco, 1997). Para Sañudo y Campo (1992), la composición de la canal debería ser su criterio de calidad más importante, ya que es la cualidad que más puede influir en su precio. Cuando pasamos a analizar el porcentaje de los distintos tejidos mediante el despiece de los distintos cortes comerciales, vemos que existen diferencias altamente significativas en ambos pesos.

Cuadro 19. Medias mínimo cuadráticas de la composición tisular en porcentaje de carne corregidas a peso de canal caliente de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

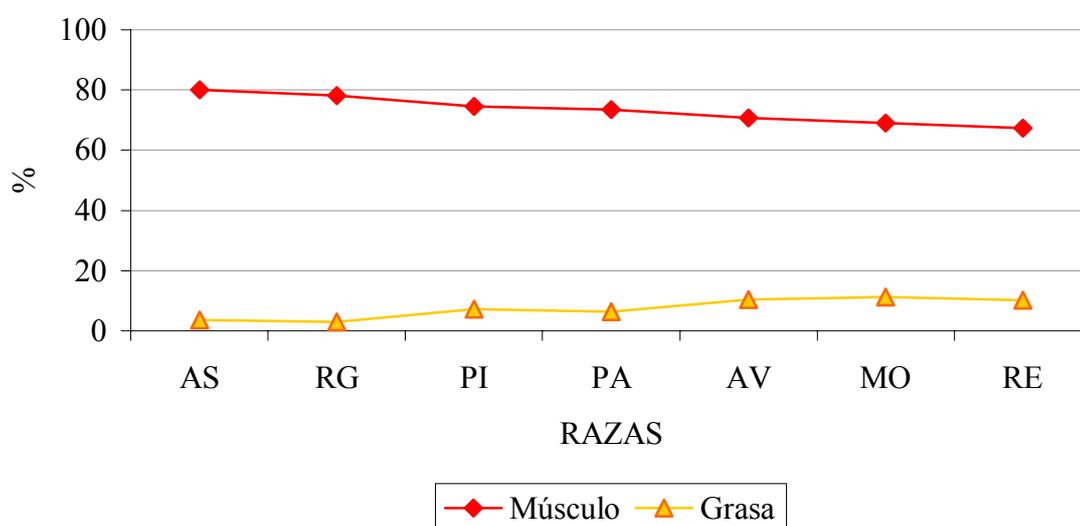
	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
Carne, %	80.0 ^a	70.7 ^c	68.9 ^c	73.4 ^b	74.5 ^b	67.2 ^c	78.2 ^a	0.64	***
Grasa, %	3.6 ^c	10.3 ^a	11.3 ^a	6.4 ^b	7.2 ^b	10.2 ^a	3.0 ^c	0.55	***
Hueso, %	16.3 ^c	19.0 ^{bc}	19.8 ^{bc}	20.1 ^b	18.2 ^{bc}	22.6 ^a	18.1 ^{bc}	0.42	***
M/H	4.92 ^a	3.73 ^{bc}	3.52 ^{bc}	3.67 ^{bc}	4.09 ^b	3.02 ^c	4.41 ^b	0.51	***
G/H	0.22 ^b	0.54 ^a	0.57 ^a	0.32 ^{ab}	0.40 ^{ab}	0.46 ^{ab}	0.17 ^b	0.03	***

(M/H: Relación músculo-hueso.; G/H: Relación grasa-hueso.)

Para un peso de sacrificio de 300 Kg las razas menos rústicas, Asturiana de los valles y Rubia gallega tienen los mayores porcentajes de carne y los menores de grasa. Las más rústicas como Avileña, Morucha y Retinta no tienen diferencias entre sí y dan los mayores porcentajes de grasa y los menores de músculo. Pardo alpina y Pirenaica ocupan los porcentajes intermedios en ambos.

Como se observa en el gráfico 8, de una forma general, a mayores porcentajes de grasa, corresponden menores porcentajes de músculo, y viceversa

Gráfico 8. Porcentajes de músculo y grasa para terneros sacrificados a 300Kg.

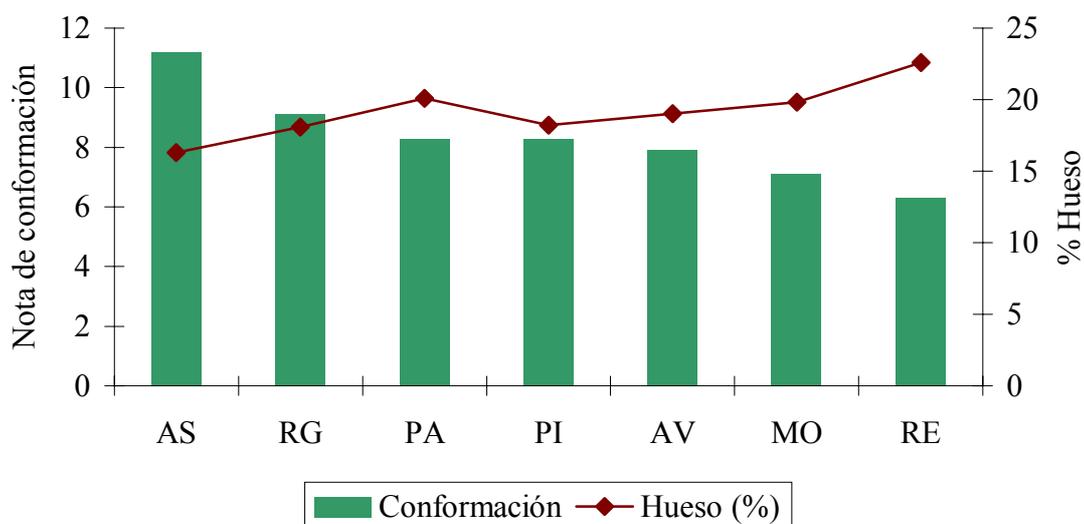


Respecto al porcentaje de hueso, Retinta tiene el más alto (22.6 %). Avileña, Morucha, Pirenaica y Rubia gallega no tienen diferencias significativas entre sí y presentan una tendencia a tantos por ciento bajos, aunque el menor lo ocupa Asturiana de los valles con el 16.3 %.

Aunque Asturiana de los valles obtuvo la mejor conformación y tiene el porcentaje de músculo más alto y el más bajo de grasa, en las demás razas no se aprecia una gran influencia de la conformación sobre el porcentaje de carne y grasa.

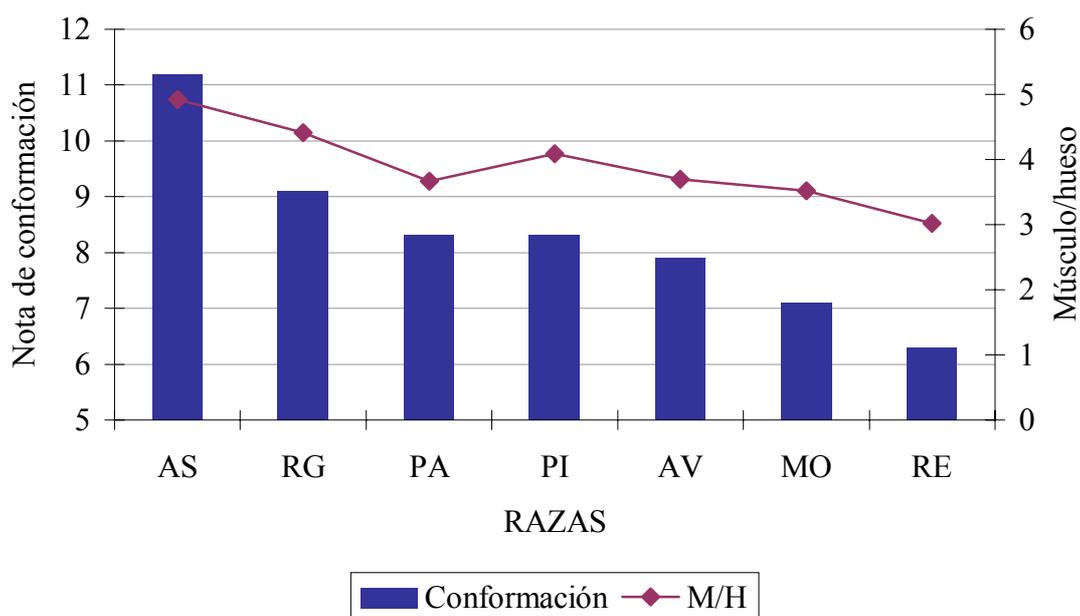
Se observa en el gráfico 9 que existe una relación de disminución del porcentaje de hueso conforme mejora la conformación de los animales.

La relación músculo-hueso más alta es la de Asturiana de los valles (4.92) seguida de Rubia gallega y Pirenaica. Avileña, Morucha y Pardo alpina obtuvieron valores similares sin diferencias significativas entre ellas y la peor relación músculo-hueso fue la de Retinta (3.02)

Gráfico 9. Conformación y porcentaje de hueso para terneros sacrificados a 300Kg.

En el gráfico 10 se observa que existe una relación músculo-hueso superior en los animales de mejor morfología, lo que vendrá dado por variaciones en la forma de los músculos (Colomer, 1992).

En cuanto a la relación grasa-hueso, Avileña y Morucha presentan la mayor cantidad de grasa respecto a hueso y Asturiana de los valles y Rubia gallega, la menor. Pardo alpina, Pirenaica y Retinta se encuentran en relaciones medias.

Gráfico 10. Conformación y relación músculo-hueso para terneros sacrificados a 300 Kg.

Se puede observar que Asturiana de los valles y Rubia gallega, que tuvieron los menores estados de engrasamiento coinciden con las menores relaciones grasa-hueso y los mayores porcentajes de músculo, ya que la grasa presenta mucha variabilidad, condicionando la proporción relativa de los otros tejidos.

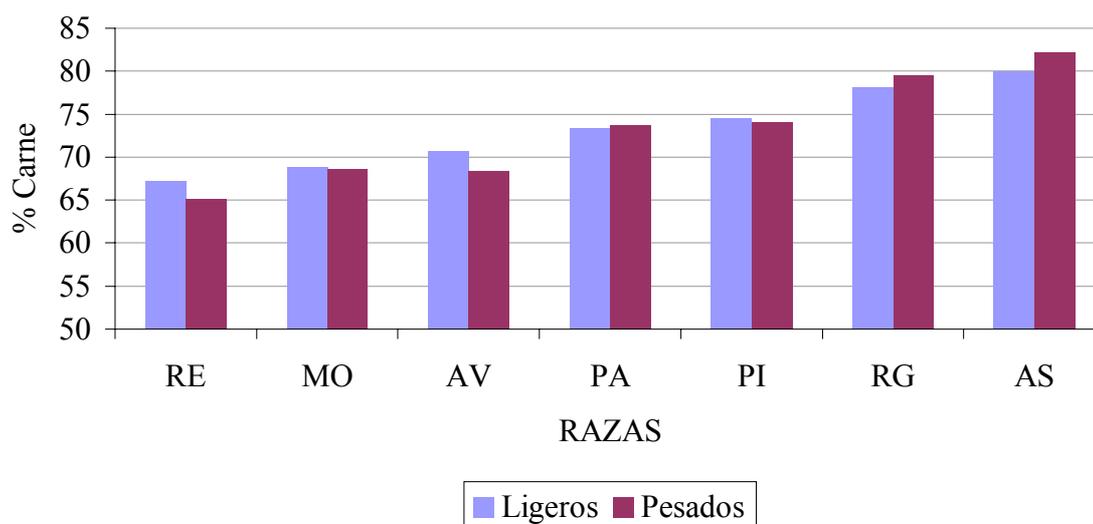
Cuadro 20. Composición tisular de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
Carne, %	82.2 ^a	68.4 ^{cd}	68.6 ^c	73.7 ^b	74.1 ^b	65.1 ^d	79.5 ^a	0.80	***
Grasa, %	4.1 ^c	13.4 ^{ab}	12.9 ^{ab}	8.5 ^{cd}	10.6 ^{bc}	15.2 ^a	5.5 ^{de}	0.85	***
Hueso, %	13.6 ^b	18.2 ^a	18.5 ^a	17.8 ^a	15.3 ^b	19.6 ^a	14.9 ^b	0.50	***
M/H	6.03 ^a	3.75 ^{cd}	3.72 ^{cd}	4.15 ^c	4.83 ^b	3.34 ^d	5.32 ^b	0.12	***
G/H	0.30 ^c	0.73 ^a	0.70 ^{ab}	0.48 ^{bc}	0.69 ^{ab}	0.79 ^a	0.37 ^c	0.05	***

(M/H: Relación músculo-hueso.; G/H: Relación grasa-hueso.)

En los animales pesados, para el porcentaje de músculo, aparecen los mismos grupos que se formaba en el sacrificio a 300 Kg, aunque con ciertas y ligeras variaciones, como se observa en el gráfico 11.

Gráfico 11. Porcentaje de carne para terneros sacrificados a 300 Kg y 550 Kg.

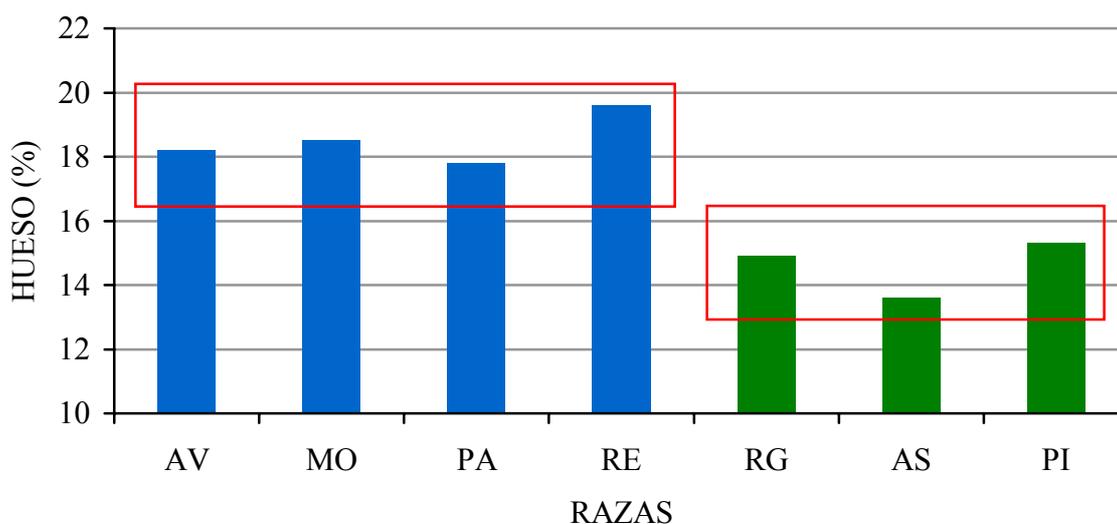


Las razas Asturiana de los valles y Rubia gallega ocupan los mayores porcentajes de carne seguidos de Pardo alpina y Pirenaica, salvo que con el aumento de peso aparecen diferencias significativas que antes no existían entre Retinta, Avileña y Morucha. Estas tienen, en ese orden, los menores porcentajes de músculo.

A este peso, se sigue apreciando que los animales menos engrasados como Asturiana de los valles y Rubia gallega, clasificadas como 1+, obtienen los mayores porcentajes de carne y los menores de grasa. A pesar de esto, no se aprecia que en los animales más engrasados haya una relación clara entre los porcentajes de músculo y grasa.

Como se observa en el gráfico 12, existen dos grupos significativamente diferenciados entre sí con respecto al porcentaje de hueso. El grupo de mayor porcentaje de hueso está formado por Avileña, Morucha y Parda alpina, mientras que el de menor porcentaje incluye a las razas Rubia gallega, Asturiana de los valles y Pirenaica.

Gráfico 12. Porcentaje de hueso de los terneros sacrificados a 550 Kg.



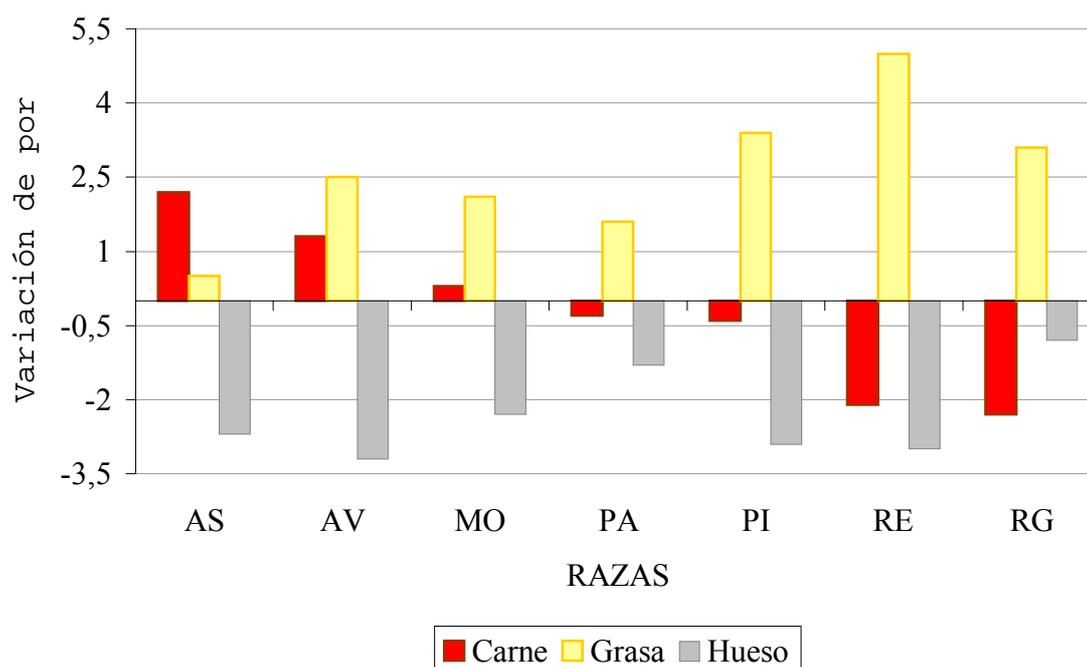
Retinta, Morucha, Avileña y Pardo alpina presentan los mayores porcentajes de hueso y Asturiana de los valles, Rubia gallega y Pirenaica, los menores, que coinciden con la mayor relación músculo-hueso destacándose Asturiana de los valles debido al carácter culón que le da una mejor conformación (13.7) a este peso. Retinta tiene el menor porcentaje de hueso y la peor relación músculo-hueso. Pardo alpina tiene una relación músculo-hueso media y Avileña y Morucha, sin diferencias significativas entre sí, se encuentran con valores que están entre los de Pardo alpina y Retinta.

Retinta y Avileña presentan la mayor relación grasa-hueso, seguidas de Morucha y Pirenaica sin diferencias significativas entre sí. En el otro extremo están Asturiana de los valles y Rubia gallega con las menores relaciones, seguidas por Pardo alpina. Se hace notar que Retinta y Avileña estaban en el grupo de mayor porcentaje de hueso y Rubia gallega y Asturiana de los valles en el de menor porcentaje.

En general, se observa que conforme aumenta el peso absoluto de todas las razas, la proporción de grasa aumenta, la de hueso disminuye y la de músculo aumenta o disminuye según las razas.

En el gráfico 13, se observa que Asturiana de los valles y Rubia gallega son las razas en las que más aumenta el porcentaje de carne a costa de la reducción el tanto por ciento de hueso.

Gráfico 13. Variación relativa de los tejidos en función del aumento de peso.



Pirenaica y Retinta sufren también una importante reducción del porcentaje de hueso, pero Retinta lo hace, además, de forma considerable del tanto por ciento de carne debido a que tiene el mayor incremento en el porcentaje de grasa de todas las razas. Rubia gallega es la raza que más porcentaje de músculo, y menos de hueso, pierde con el aumento de peso.

2.5. CATEGORÍA COMERCIAL.

2.5.1. Categoría comercial en porcentaje de canal.

La composición regional de una canal se basa en el despiece comercial que se podría definir como la práctica comercial que intenta adecuar unos máximos beneficios a unos gustos de mercado dividiendo para ello la canal en trozos que se adscriben a diferentes categorías comerciales (Sañudo y Campo, 1997).

Estas categorías comerciales vienen dadas por la aptitud de cada trozo para el cocinado, expresándose estas diferencias en distintos precios.

En general, se observa en los cuadros 21 y 22 que existen diferencias significativas entre razas, que se acentúan con el aumento de peso al sacrificio en las categorías 2ª y 3ª.

En el cuadro 21 se observa que dentro de la categoría Extra, para los terneros sacrificados a 300 Kg se encuentra diferencias muy significativas ($P < 0.01$) donde el mayor porcentaje de Extra lo obtuvo Asturiana de los valles, seguida de Avileña, Morucha, Rubia gallega y Pirenaica sin diferencias significativas entre sí. Los menores valores los obtuvieron Retinta y Parda alpina.

Cuadro 21. Medias mínimo cuadráticas de la categoría comercial en porcentaje de canal y grasa pelvico-renal corregidas a peso de canal caliente de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
Extra, %	2.5 ^a	2.3 ^{ab}	2.2 ^{ab}	2.1 ^b	2.4 ^{ab}	2.1 ^b	2.3 ^{ab}	0.06	**
Primera, %	48.3 ^a	42.5 ^{bc}	40.4 ^c	44.2 ^b	45.5 ^b	40.2 ^c	48.4 ^a	0.47	***
Segunda, %	8.2 ^a	6.7 ^b	7.2 ^{ab}	7.8 ^a	7.6 ^{ab}	7.0 ^b	8.6 ^a	2.00	**
Tercera, %	21.0 ^a	19.2 ^{ab}	19.1 ^{ab}	19.3 ^{ab}	19.0 ^{ab}	17.9 ^{ab}	19.6 ^b	0.47	*
Grasa P+R, %	0.71 ^b	1.83 ^{ab}	2.30 ^a	0.84 ^b	1.30 ^b	1.79 ^{ab}	1.06 ^b	0.18	***

(Grasa P+R= Grasa pelvico-renal)

EXTRA=Solomillo.

PRIMERA=Lomo + Babilla + Tapa + Contra + Cadera y rabillo + Redondo + Aguja + Espaldilla + Pez.

SEGUNDA=Falsa babilla + Llana + Morcillos y brazuelo.

TERCERA=Falda y diafragma + Filete rellenar + Trapillos + Pescuezo + Costillar + Aleta + Recortes.

Para la categoría 1ª, las diferencias fueron altamente significativas ($p < 0.0001$). Asturiana de los valles y Rubia gallega consiguieron los mejores tantos por ciento. Avileña se encontró con valores entre estas últimas y Parda Alpina y Pirenaica. Los peores porcentajes fueron los de Morucha y Retinta.

Se observaron diferencias muy significativas ($P < 0.01$) en 2ª. Asturiana de los valles, Rubia gallega y Parda alpina, sin diferencias significativas entre ellas, obtuvieron los mayores porcentajes. Avileña y Retinta obtuvieron los mas bajos y Morucha y Pirenaica tuvieron valores centrales.

Para la 3ª categoría se encontraron diferencias significativas entre Asturiana de los valles con el valor mas alto (21.0) y Rubia gallera (19.6) con el valor más bajo. No hubo diferencias entre el resto de las razas.

Se observa que Asturiana de los valles tiene los porcentajes más altos en todas las categorías, debido a que, como se ve en el cuadro 16 tienen, junto con Rubia gallega, los mayores porcentajes de músculo, aunque esta última tiene el menor tanto por ciento de 3ª. Avileña, Morucha y Retinta obtuvieron los porcentajes más bajos de músculo y se alternan, salvo en 3º, los porcentajes más bajos de las distintas categorías.

En el porcentaje de grasa pelvico-renal se aprecian diferencias muy significativas ($P < 0.0001$). Avileña obtuvo el porcentaje más alto de grasa pelvico-renal, seguida de Morucha y Retinta. El resto de las razas no obtuvieron diferencias significativas, pero Asturiana de los valles tuvo cierta tendencia a un porcentaje menor.

Cuadro 22. Categoría comercial en porcentaje de canal y grasa pelvico-renal de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
Extra, %	2.3 ^a	1.9 ^b	2.1 ^{ab}	2.1 ^{ab}	2.2 ^{ab}	1.9 ^b	2.3 ^a	0.07	**
Primera, %	49.7 ^a	40.1 ^c	40.4 ^c	44.8 ^b	43.8 ^b	38.3 ^c	49.4 ^a	0.60	***
Segunda, %	7.2 ^{ab}	6.2 ^{de}	6.4 ^{cd}	6.8 ^{bc}	6.2 ^{de}	5.8 ^e	7.5 ^a	0.13	***
Tercera, %	23.0 ^a	20.1 ^{cd}	19.7 ^{cd}	19.9 ^{cd}	21.9 ^b	19.1 ^d	20.4 ^c	0.27	***
Grasa P+R, %	0.90 ^c	3.56 ^a	3.61 ^a	1.74 ^{bc}	2.37 ^b	3.96 ^a	1.40 ^c	0.28	**

(Grasa P+R= Grasa pelvico-renal)

EXTRA=Solomillo.

PRIMERA=Lomo + Babilla + Tapa + Contra + Cadera y rabillo + Redondo + Aguja + Espaldilla + Pez.

SEGUNDA=Falsa babilla + Llana + Morcillos y brazuelo.

TERCERA=Falda y diafragma + Filete rellenar + Trapillos + Pescuezo + Costillar + Aleta + Recortes.

Se encuentran diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) en 1ª, 2ª y 3ª categoría, y muy significativas ($P < 0.01$) en Extra para los terneros sacrificados a 550 Kg.

Asturiana de los valles y Rubia gallega obtuvieron el mayor porcentaje de Extra (2.3 %), Avileña y Retinta, los menores (1.9 %). Morucha, Parda alpina y Pirenaica se encontraron con valores intermedios.

En cuanto a la categoría de primera, se establecen los mismos grupos que en la categoría Extra, salvo que la raza Morucha baja al grupo de los porcentajes menores.

En la 2ª categoría, las diferencias entre razas son importantes salvo en el caso de Parda Alpina y Pirenaica. El mayor tanto por ciento de 2ª lo obtuvo Rubia gallega (7.5 %), seguida de Asturiana de los valles, Parda alpina y Morucha. Después, Avileña y Pirenaica, y por último Retinta con el porcentaje más bajo (5.8 %).

El valor más alto de 3ª, lo ocupó Asturiana de los valles (23.0 %), seguida de Pirenaica (21.9 %) y Rubia gallega (20.4 %), con diferencias significativas entre sí. Avileña, Morucha y Parda alpina ocuparon porcentajes con tendencia a bajos y el menor lo obtuvo Retinta con el 19.1 %.

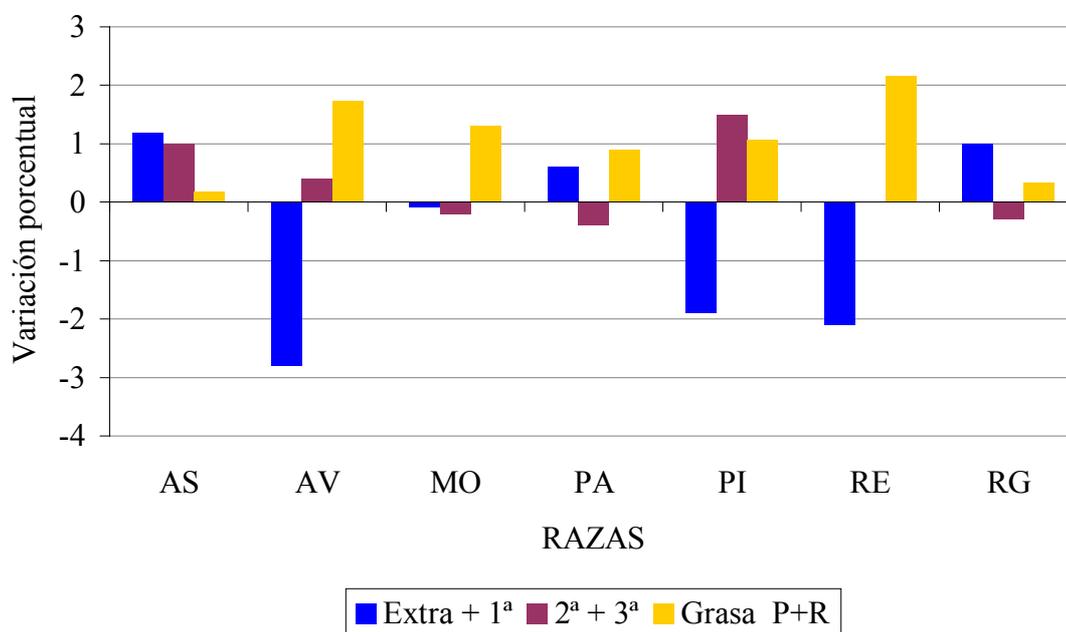
El porcentaje de grasa tiene diferencias muy significativas ($P < 0.01$). Las más rústicas, Avileña, Morucha y Retinta, son las de mayores porcentajes de grasa. Asturiana de los valles con 0.9 %, es la de menor valor, y Rubia gallega y Parda alpina sin diferencias significativas obtuvieron valores intermedios. Pirenaica obtuvo valores mayores a los de estas últimas.

En general, vemos en el gráfico 14 que con el aumento de peso, aumenta en todas las razas el porcentaje de piezas de 3ª categoría, disminuye ligeramente el de 2ª y las categorías Extra y 1ª fluctúan arriba o abajo según razas.

En la categoría Extra, Parda alpina y Rubia gallega se mantuvieron constantes y las demás razas disminuyeron su porcentaje en 0.2 puntos aproximadamente, salvo Avileña que lo hizo en 0.4 puntos. Es la categoría que varía más suavemente debido a que sólo depende del peso de una sola pieza, el solomillo (*psuas major*).

Avileña, Pirenaica y Retinta disminuyeron sus porcentajes de piezas de 1ª, aunque Avileña lo hizo de manera más marcada. Morucha permaneció constante en un valor del 40.4 % y Asturiana de los valles, Parda alpina y Rubia gallega aumentaron de valor con el aumento de peso.

Gráfico 14. Variación de los porcentajes de las categorías comerciales en porcentaje de canal con el aumento de peso vivo.



Asociando las categorías superiores y las inferiores, vemos en el gráfico 14, se observa como Avileña, Pirenaica, Retinta y en menor medida, Morucha disminuyeron con el peso, su porcentaje de categorías superiores, sobre todo Avileña. Asturiana de los valles aumenta en todo, salvo en grasa, y Pardo alpina y Rubia gallega aumenta algo su porcentaje de piezas superiores a costa de las de menor precio.

Todas las razas aumentaron su porcentaje de grasa pélvica y renal, pero Retinte, Avileña y Morucha son las razas que más lo hacen, frente a Rubia gallega y Asturiana de los valles que aumentaron poco este porcentaje de grasa.

2.5.2. Categoría comercial en porcentaje de carne.

En el cuadro 20 encontramos los resultados obtenidos y él se aprecia que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre razas en las categorías 1ª y Extra, mientras que no existen para las categorías Segunda y Tercera.

Cuadro 23. Medias mínimo cuadráticas de la categoría comercial en porcentaje de carne corregidas a peso de canal caliente de terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
Extra, %	3.1 ^a	3.2 ^a	3.3 ^a	2.9 ^a	3.2 ^a	3.2 ^a	2.7 ^{ab}	0.08	*
Primera, %	60.4 ^a	60.1 ^a	58.6 ^b	60.1 ^a	61.0 ^a	59.8 ^a	61.5 ^a	0.39	*
Segunda, %	10.2	9.4	10.6	10.7	10.2	10.5	10.6	0.26	NS
Tercera, %	26.3	27.2	27.5	26.2	25.6	26.5	25.1	0.53	NS

EXTRA=Solomillo.

PRIMERA=Lomo + Babilla + Tapa + Contra + Cadera y rabillo + Redondo + Aguja + Espaldilla + Pez.

SEGUNDA=Falsa babilla + Llana + Morcillos y brazuelo.

TERCERA=Falda y diafragma + Filete rellenar + Trapillos + Pescuezo + Costillar + Aleta + Recortes.

La diferencia significativa en la categoría Extra viene dada por Rubia Gallega que con el 2.7 % tuvo el porcentaje más bajo. Las demás razas no presentan diferencias.

Dentro de la categoría de 1^a, la menor proporción de estas piezas la obtuvo Morucha. En esta categoría tampoco hubo diferencias entre las demás razas.

No existieron diferencias significativas entre razas para las categorías 2^a y 3^a dentro de este peso de sacrificio.

Cuadro 24. Categoría comercial en porcentaje de carne de terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig.
Extra, %	2.9	2.8	3.0	2.8	2.9	2.9	2.9	0.10	NS
Primera, %	60.4 ^{bc}	58.7 ^d	58.9 ^d	60.9 ^a	59.1 ^{cd}	58.9 ^d	62.1 ^a	0.34	***
Segunda, %	8.8 ^{ab}	9.1 ^a	9.4 ^a	9.3 ^a	8.4 ^b	8.9 ^{ab}	9.4 ^a	0.14	**
Tercera, %	27.9 ^{bc}	29.4 ^a	28.7 ^{ab}	27.0 ^c	29.5 ^a	29.4 ^a	25.6 ^d	0.32	**

EXTRA=Solomillo.

PRIMERA=Lomo + Babilla + Tapa + Contra + Cadera y rabillo + Redondo + Aguja + Espaldilla + Pez.

SEGUNDA=Falsa babilla + Llana + Morcillos y brazuelo.

TERCERA=Falda y diafragma + Filete rellenar + Trapillos + Pescuezo + Costillar + Aleta + Recortes.

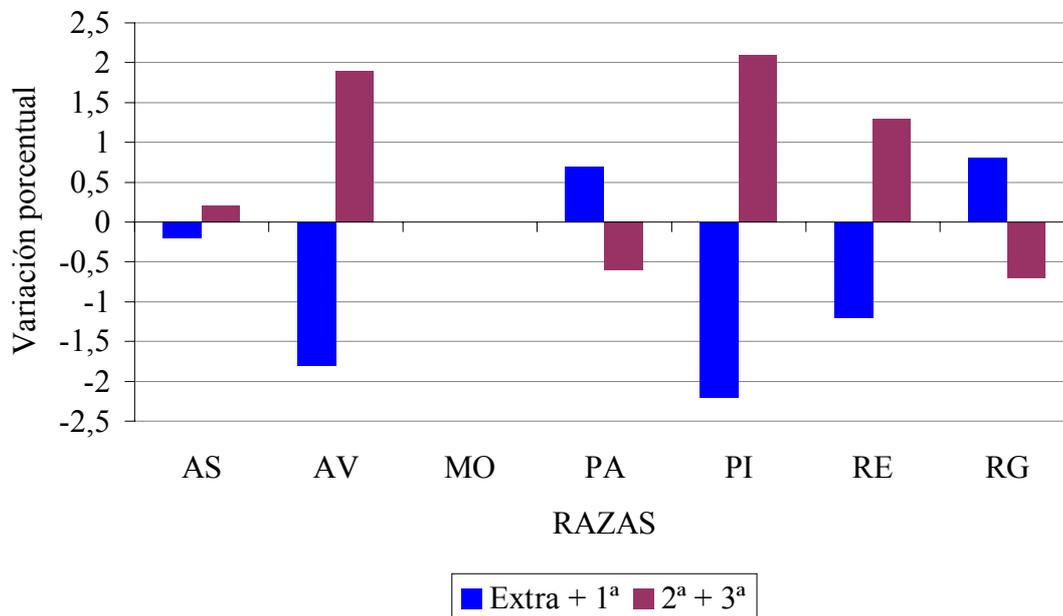
Dentro de Extra, en terneros sacrificados a 550 Kg, no se aprecian diferencias significativas.

Los animales más rústicos, Avileña, Morucha y Retinta, consiguieron las proporciones más bajas de 1ª categoría sin diferencias entre ellas. Rubia gallega obtuvo el mayor porcentaje (62.1 %). Parda alpina, Asturiana de los valles y Pirenaica, en ese orden, ocupan los puestos intermedios de mayores a menores valores, con diferencias significativas entre sí.

Los mayores porcentajes de 2ª, los obtuvieron Morucha, Avileña, Parda y Rubia gallega, y el menor Pirenaica (8.4 %). Asturiana de los valles y Retinta ocuparon porcentajes medios.

Avileña, Pirenaica y Retinta consiguieron los valores más altos de 3ª, seguidas de Morucha (28.7 %), Asturiana de los valles (27.9 %), Parda alpina (27.6) y Rubia gallega (25.6 %).

Gráfico 15. Variación de los porcentajes de las categorías comerciales en porcentaje de carne con el aumento de peso vivo.



Conforme aumenta el peso de sacrificio, vemos que las diferencias entre razas dentro de cada categoría comercial aumentan, salvo en el caso de la categoría Extra (solomillo) en la que desaparecen las diferencias estadísticamente significativas.

En el gráfico 15 se aprecian las variaciones de las categorías debidas al aumento de peso de sacrificio. El porcentaje de las categorías superiores (Extra y 1ª) disminuyó en las razas Asturiana de los valles, Avileña, Pirenaica y Retinta. Morucha no varió su porcentaje de piezas superiores, pero disminuyó mucho su porcentaje de otras categorías. En general, las variaciones en las proporciones de las distintas categorías, debido al aumento del peso no son demasiado importantes.

Los porcentajes de primera disminuyeron en el caso de Avileña, Pirenaica, y de forma mas acusada en Retinta. Morucha, Parda alpina y Rubia gallega aumentaron su porcentaje de primera con el aumento de peso, mientras que Asturiana permanecía constante. Para la categoría Segunda, todas las razas disminuyen su porcentaje en la misma medida, aunque el cambio mas marcado, lo sufrió Morucha que bajó del 10.6 % al 6.4 % de piezas de 2ª categoría. Con el aumento de peso también aumentan en el porcentaje de Tercera categoría, destacando la raza Pirenaica.

Si comparamos los valores de las categorías comerciales en tanto por ciento de canal (Cuadros 21 y 22) con los de categoría comercial en porcentaje de carne (Cuadros 23 y 24), se observa que las categorías referidas al peso de músculo siguen la misma tendencia general que las referidas al peso de la canal, pero de forma más acusada. Esto es debido a que en los porcentajes de canal influye la cantidad de hueso y grasa de la misma que actúan mitigando o enmascarando las proporciones de músculo.

Por la misma razón se observa que todas las categorías en porcentaje de canal se destacan claramente dos grupos. Las razas menos rústicas, Asturiana de los valles y Rubia gallega con el mayor porcentaje de todas las categorías y las de mayor rusticidad, Avileña, Morucha y Retinta, con los menores porcentajes. Sin embargo, respecto al porcentaje de músculo, en el que desaparecen estas influencias, desaparecen estos grupos tan marcados.

3. CALIDAD DE LA CARNE.

3.1. COLOR DEL MÚSCULO.

Las características de color del músculo, junto a la terneza son las más importantes donde el punto de vista del consumidor, por lo que se hace necesario buscar métodos prácticos y objetivos para su evaluación (Price, 1995).

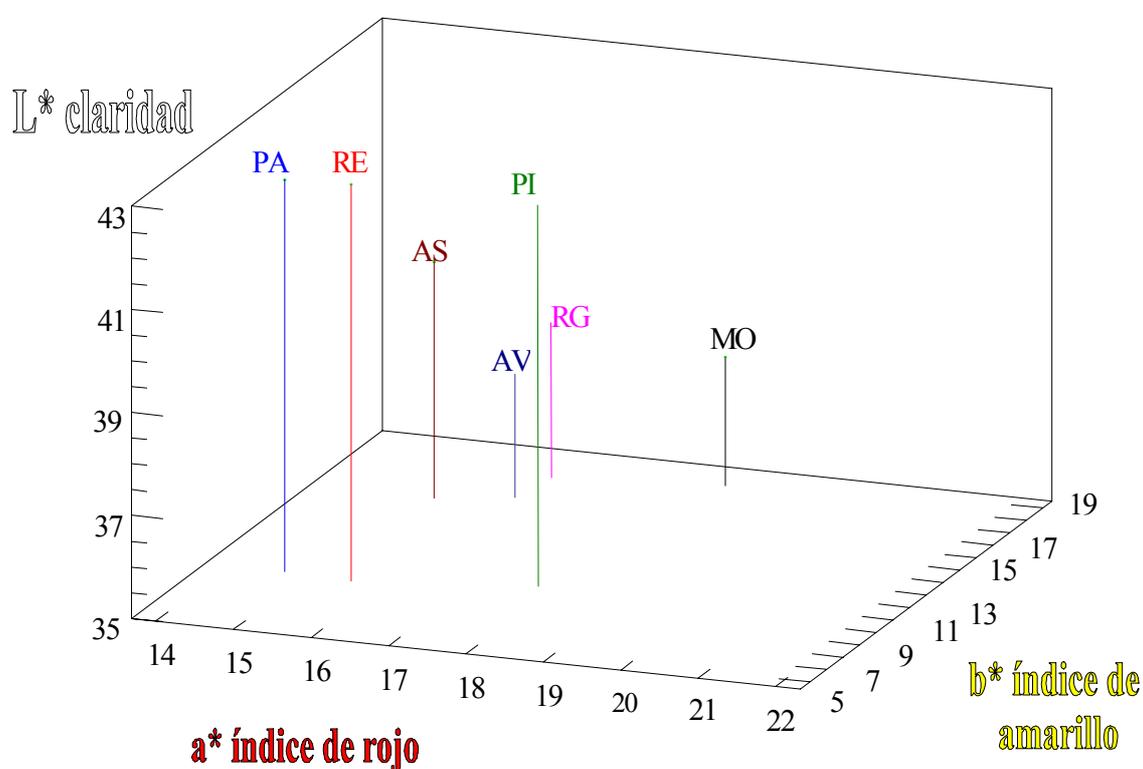
El color de una carne se podría definir físicamente por la claridad y las proporciones de rojo y amarillo. Por lo tanto, es conveniente realizar una representación tridimensional del color para poder interpretar más exactamente la sensación percibida por el ojo humano (Albertí et al., 1993b).

Cuadro 25. Coordenadas CIE del músculo *longissimus dorsi* a las 24 horas del corte en terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig
L*	39.6 ^a	37.4 ^b	37.5 ^b	42.6 ^a	42.4 ^a	42.7 ^a	38.0 ^b	1.05	**
a*	15.3	16.2	18.4	14.7	17.8	15.6	16.3	1.12	NS
b*	15.1 ^a	15.8 ^a	18.2 ^a	8.9 ^b	9.7 ^b	8.7 ^b	17.5 ^a	0.97	***

(L*= claridad; a*= índice de rojo; b*= índice de amarillo.)

Gráfico 16. Representación tridimensional del color del músculo *longissimus dorsi* a las 24 horas del corte en terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.



En el cuadro 25 se presentan los valores alcanzados por las distintas razas evaluadas con relación a los parámetros de color del músculo en terneros ligeros.

Se aprecian diferencias muy significativas ($P < 0.01$) para la claridad (L^*) y altamente significativas para el índice de amarillo (b^*). No fueron significativas para el índice de rojo (a^*).

Los resultados de este trabajo muestran que Retinta, Pirenaica y Parda alpina presentaron la mayor claridad y Avileña, Morucha y Rubia gallega, los menores. Asturiana de los valles ocupó la posición intermedia.

Como se ve en el gráfico 16, con respecto a la relación b/a todas las razas están en la zona de coloraciones vivas ($b/a = 0.5-1$), salvo Rubia gallega que tuvo una relación algo superior a uno. Asturiana de los valles, Avileña y Rubia gallera son algo más pálidas y de menor claridad. Morucha tuvo el corte con los mayores índices de rojo y amarillo, dando un color más saturado, y poca claridad.

Parda alpina, Pirenaica y Retinta obtuvieron carnes claras y menos saturadas de color, siendo la de Pirenaica la de mayor índice de rojo.

Los resultados de los terneros sacrificados a 550 Kg no ofrecen diferencias significativas entre razas para la claridad (L^*), significativas ($P < 0.05$) para a^* y muy significativas para el índice de amarillo.

Cuadro 26. Coordenadas CIE del músculo *longissimus dorsi* a las 24 horas del corte en terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig
L^*	37.6	36.7	35.7	39.7	36.7	36.1	37.2	0.91	NS
a^*	18.2 ^{bc}	18.4 ^{bc}	21.3 ^{ab}	18.7 ^{abc}	21.8 ^a	19.4 ^{abc}	16.2 ^c	0.75	*
b^*	12.7 ^b	15.4 ^a	5.7 ^d	7.2 ^{cd}	13.0 ^{ab}	5.2 ^d	8.3 ^c	0.61	***

(L^* = claridad; a^* = índice de rojo; b^* = índice de amarillo.)

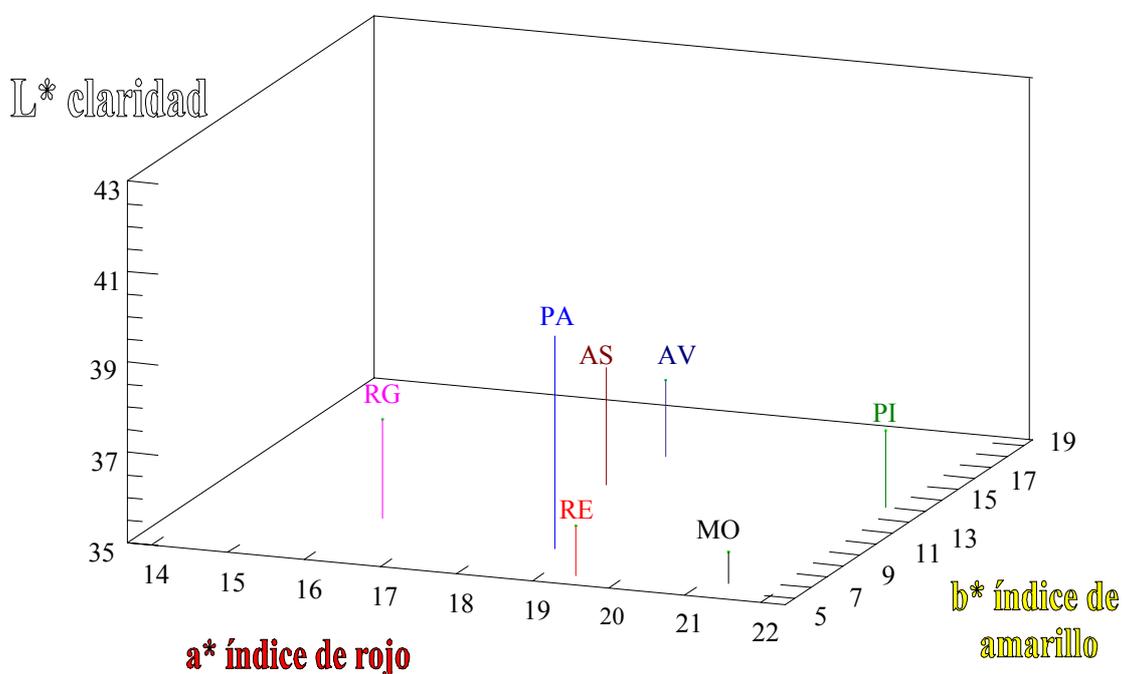
El mayor índice de rojo lo obtuvo Pirenaica (21.8), seguido de Morucha (21.3), Parda alpina y Retinta. Los más bajos los obtuvieron Asturiana de los valles y Avileña. El menor lo tuvo Rubia gallega (16.2).

Consiguieron el menor índice de amarillo Morucha (5.7) y Retinta (5.2), sin diferencias significativas entre ellas. El más alto lo obtuvo Avileña (15.4), luego Pirenaica (13.0), Asturiana de los valles (12.7), Rubia gallega (8.3) y Parda alpina (7.2)

Como vemos en el gráfico 17, todas las carnes obtuvieron luminosidades sin diferencias significativas entre ellas. Avileña y Pirenaica tuvieron un color muy vivo por sus altos índices de rojo y amarillo.

Otro grupo formado por Rubia gallega, Pardo alpina y Retinta, consiguieron carnes un poco más pálidas por el índice de amarillo y de rojo más bajos.

Gráfico 17. Representación tridimensional del color del músculo *longissimus dorsi* a las 24 horas del corte en terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.



Con el aumento de peso de sacrificio, todas las razas perdieron claridad hasta que no hubo diferencias significativas entre razas. Las razas en las que más se notó fueron Pirenaica y Retinta por ser, junto con Parda alpina las razas de carnes más claras a 300 Kg.

Todas las razas aumentaron el índice de rojo, y salvo Pirenaica todas disminuyeron el índice b*. En consecuencia, las carnes de terneros sacrificados a 550 Kg son más rojas y más vivas, pero más oscuras, salvo Pirenaica que fue ligeramente más pálida.

Estos resultados no son concluyentes en la caracterización del color de la carne de cada raza, puesto que como se ha visto en otras experiencias el color del corte de la carne va evolucionando y variando sus coordenadas de color conforme pasa el tiempo, alcanzando máximos valores de cada coordenada y después disminuyendo. Como cada carne tiene su propia evolución, más lenta o más rápida debería caracterizarse, no tomando un punto en el tiempo, sino un punto característico común a todas, como por ejemplo, el de máxima luminosidad, o el de mayor viveza de color.

3.2. COLOR DE LA GRASA SUBCUTÁNEA.

Una de las características más importantes para los consumidores de carne vacuna es la apariencia, por ello, el color de la grasa es relevante en este aspecto. El color amarillo de la grasa es menos aceptado, tanto en el mercado interno como para el de exportación en relación con un color más blanco (Franco, 1997).

Esto es debido a que el consumidor suele asociar grasas amarillentas con carne procedente de animales viejos.

En el cuadro 27 se presentan los valores a^* , b^* y L^* , obtenidos para los terneros sacrificados a 300 Kg.

Cuadro 27. Coordenadas CIE de la grasa subcutánea a las 24 horas del sacrificio en terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig
L^*	69.2 ^b	70.2 ^a	69.1 ^b	70.9 ^{ab}	72.5 ^a	70.0 ^{ab}	71.6 ^{ab}	0.67	*
a^*	5.1	6.0	5.9	7.4	5.0	4.3	4.3	0.45	NS
b^*	5.5	7.8	7.2	9.3	5.6	6.7	6.9	0.35	NS

(L^* = claridad; a^* = índice de rojo; b^* = índice de amarillo.)

A este peso, solo se ponen en evidencia diferencias significativas para el índice de claridad. Se vio que Pirenaica tuvo la grasa clara (72.5), y Asturiana de los valles (69.2) y Morucha (69.1) tuvieron las más oscuras.

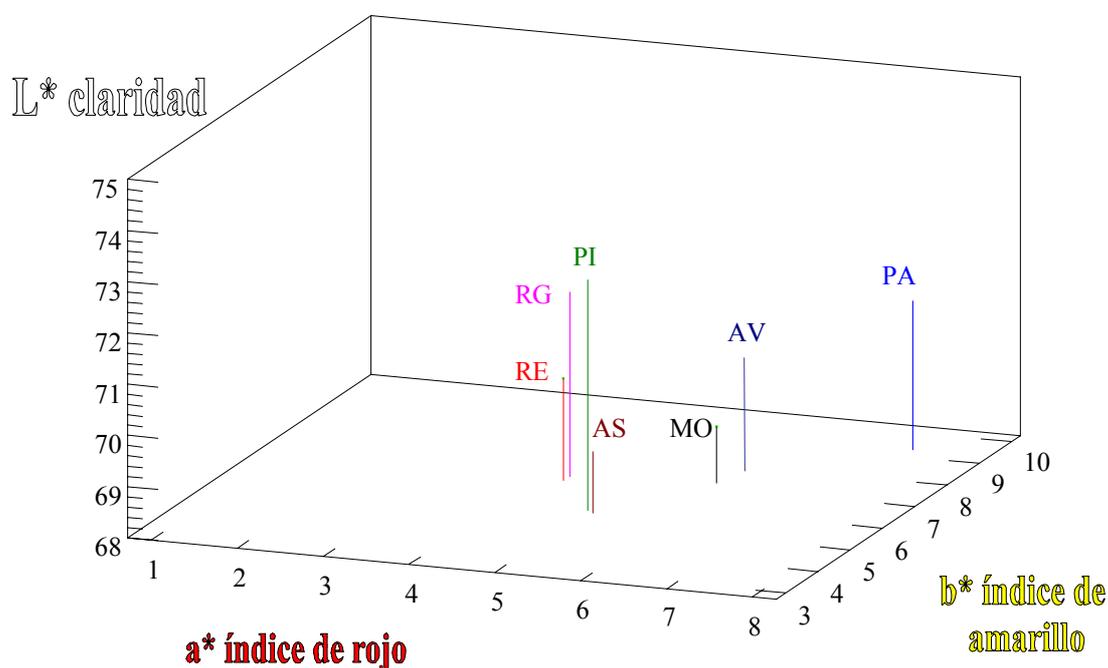
Avileña, Rubia gallega, Parda alpina y Retinta sin diferencias significativas entre sí en unos valores de claridad intermedios. Parda alpina tuvo tendencia a valores altos de a^* y b^* , con una grasa algo cérea.

Cuadro 28. Coordenadas CIE de la grasa subcutánea a las 24 horas del sacrificio en terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.

	AS	AV	MO	PA	PI	RE	RG	EE	Sig
L^*	74.2	70.1	72.3	70.8	69.1	68.5	72.8	0.63	NS
a^*	1.7	3.2	2.8	4.5	2.6	3.3	2.9	0.25	NS
b^*	4.8 ^{bc}	4.4 ^{bc}	4.8 ^{bc}	5.7 ^{ab}	3.0 ^d	3.7 ^{cd}	6.3 ^a	0.31	***

(L^* = claridad; a^* = índice de rojo; b^* = índice de amarillo.)

Gráfico 18. Representación tridimensional del color la grasa subcutánea a las 24 horas del sacrificio en terneros sacrificados a 300 Kg de las principales razas bovinas españolas.



No se encontraron diferencias significativas para los índices L^* y a^* en la grasa de los terneros sacrificados a 550 Kg, y diferencias altamente significativas en el índice de amarillo (b^*).

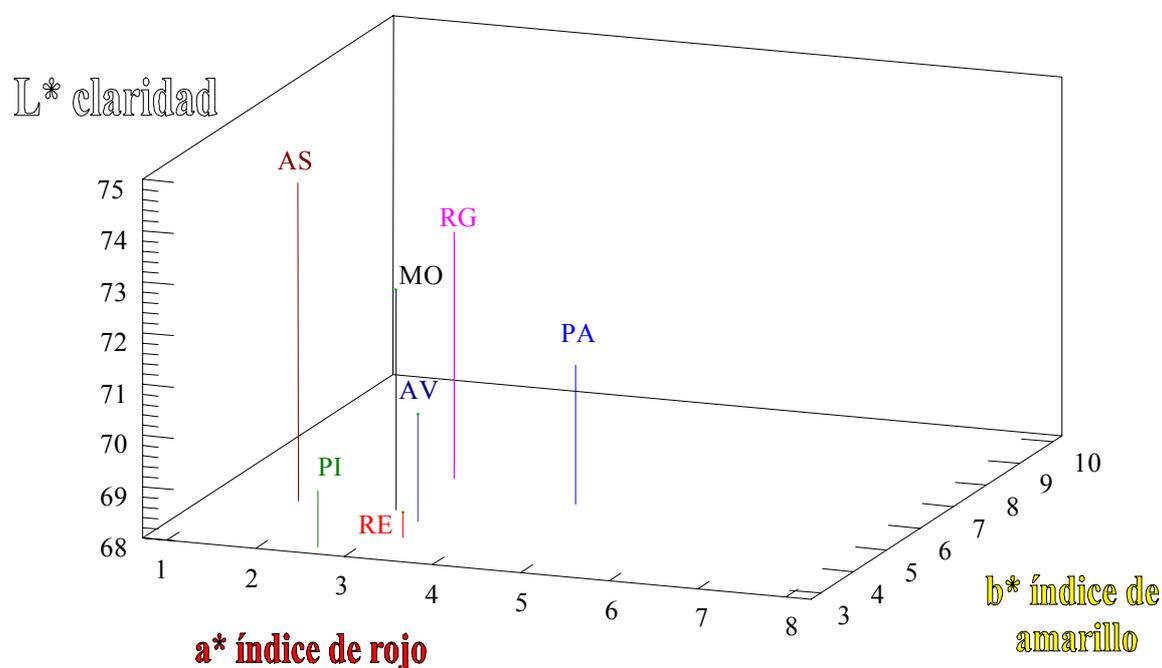
Las razas con mayor índice de amarillo fueron Rubia gallega (6.3), seguida de Parda alpina (5.7). Las razas con menor valor en el índice de amarillo fueron Retinta y Pirenaica (3.7). En un valor medio se encontraron Asturiana de los valles, Avileña y Morucha.

En el gráfico 19 se puede observar como conforme obtenemos canales más pesadas se pierden las diferencias significativas entre razas para el índice de claridad. De esta forma, Morucha y Rubia gallega aumentaron su índice L^* , junto con Asturiana de los valles, pero esta última de manera más importante. La grasa de las demás razas oscureció, aunque la de Avileña y Parda alpina de forma inapreciable.

El índice de rojo disminuyó de forma importante para todas las razas, siendo Asturiana de los valles la que más disminuyó. Los valores de este índice no presentaron diferencias significativas entre razas a ninguno de los dos pesos de sacrificio.

El índice de amarillo disminuyó creando diferencias entre razas.

Gráfico 19. Representación tridimensional del color la grasa subcutánea a las 24 horas del sacrificio en terneros sacrificados a 550 Kg de las principales razas bovinas españolas.



En términos generales, se puede pensar que los mayores índices de rojo para los animales jóvenes puede venir debido a que su menor engrasamiento pueda haber falseado la lectura del colorímetro por el color del músculo subyacente. No obstante, se observa que la raza Morucha no experimentó ningún incremento importante del engrasamiento y si varió su índice de rojo.

3. PREDICCIÓN NIRS.

El cuadro 29 ofrece datos sobre los parámetros del grupo de muestras usadas para realizar la calibración del aparato NIR. El intervalo entre el máximo valor y el mínimo de cada parámetro es importante ya que la calibración solo es válida para predecir muestras que se encuentren dentro de ese rango de valores.

Cuadro 29. Estadísticos de los datos de referencia usados en la calibración y error estándar de laboratorio.

Parámetro	n	Intervalo	Media	Desv. Est.	S.E.L.
Materia seca¹	57	23.00-25.51	23.90	0.911	0.685
Proteína bruta¹	57	21.06-24.23	22.64	0.830	0.346
C.R.A.¹	57	16.27-26.20	20.51	2.668	0.866
Cenizas¹	57	0.54-1.25	0.95	0.163	0.077
Grasa bruta¹	57	0.46-4.54	1.79	0.918	0.270
Carga máxima, Kg	57	2.88-12.32	6.11	2.29	1.014
Esfuerzo maximo, Kg/cm²	57	1.12-12.39	5.71	2.587	1.088
Carga límite elastico, Kg	57	2.66-12.39	6.186	2.614	1.330
Dureza, Kg/cm²	57	1.06-5.34	2.190	0.981	0.520
Deformación, mm/mm	57	1.04-1.17	1.10	0.033	0.036

¹ Expresados en porcentaje de materia fresca.

(S.E.L.: Error estandar del método de laboratorio entre los duplicados de las medidas de referencia para el set de calibración.; Desv.Est.: Desviación estándar.; n.: Número de muestras.)

La desviación estándar entre muestras y el error estándar de laboratorio para los datos de referencia (SEL), también aparecen en el cuadro 29. Para aumentar la posibilidad de obtener una calibración óptima, es mejor que el SEL sea relativamente pequeño frente a la desviación estándar entre muestras.

En este sentido, la deformación es el único parámetro que tienen un error de laboratorio mayor a su desviación estándar. Esto puede ser debido a que la deformación se mueve en un rango muy pequeño, de tal forma que hubiera sido conveniente utilizar una precisión mayor.

Los resultados de la calibración, expresados como SEC, y los de la validación cruzada, expresados como SECV, están presentados en el cuadro 30, así como el estadístico 1-VR, similar a R^2 pero aplicado a la validación. Cenizas, carga máxima y esfuerzo máximo tienen un SECV más alto que los restantes parámetros pero, los tres tienen un valor de 1-VR superior a 0.910. El parámetro más predecible es la capacidad de retención de agua con 1-VR=0.985 y un SECV de 0.187, seguido de la deformación (1-VR=0.970; SECV=0.005).

La característica menos predecible es la dureza de la carne (1-VR=0.738).

Cuadro 30. Resultados estadísticos de la calibración y la validación cruzada.

Parámetro	SEC	R²	SECV	1-VR
Materia seca¹	0.063	0.99	0.152	0.916
Proteína bruta¹	0.110	0.96	0.155	0.914
C.R.A.¹	0.024	1.00	0.187	0.985
Cenizas¹	0.008	0.99	0.019	0.922
Grasa bruta¹	0.045	0.99	0.119	0.947
Carga máxima, Kg	0.023	1.00	0.302	0.929
Esfuerzo máximo, Kg/cm²	0.199	0.97	0.354	0.919
Carga límite elástico, Kg	0.220	0.95	0.247	0.935
Dureza, Kg/cm²	0.154	0.83	0.196	0.738
Deformación, mm/mm	0.004	0.97	0.005	0.970

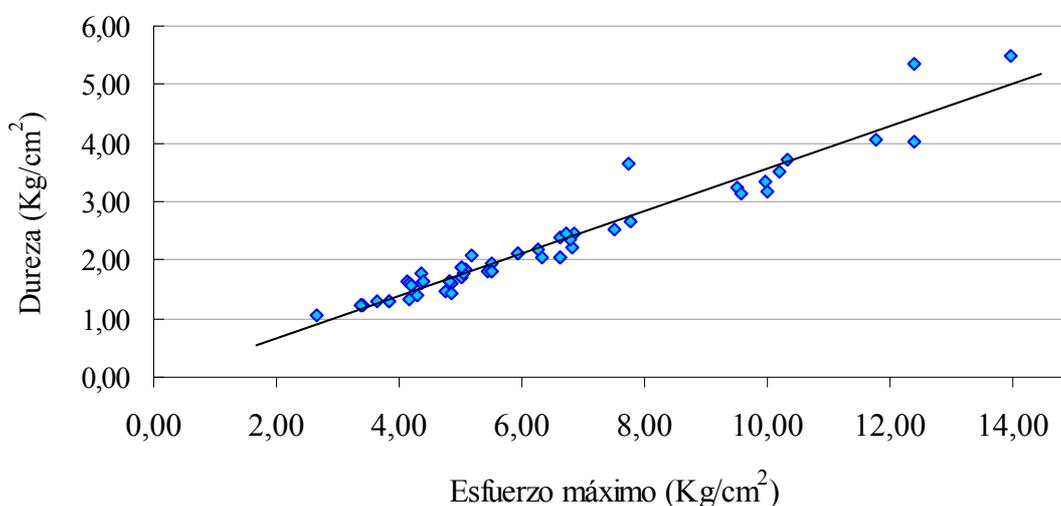
¹ Expresados en porcentaje de materia fresca.

(SEC: Standard error of Calibration.; R²: Coeficiente múltiple de determinación.; SECV: Standard error of Cross Validation.; 1-VR: Coeficiente de determinación en la validación cruzada.)

Cuadro 31. Matriz de correlación entre los parámetros de la textura.

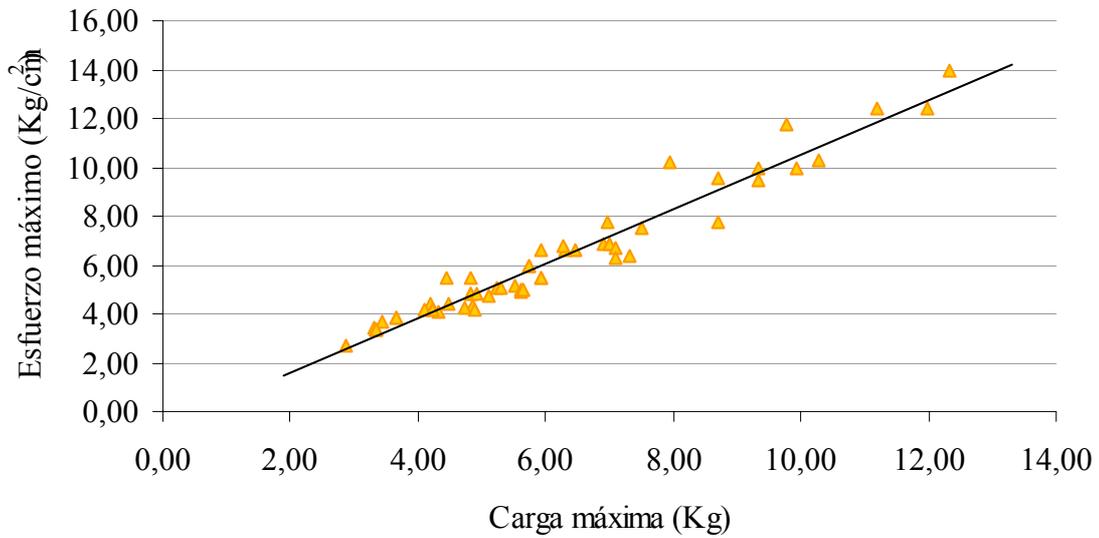
	Carga máxima	Esfuerzo máximo	Deformación	Carga en el lím. elástico
Carga máxima	-			
Esfuerzo máximo	0.97	-		
Deformación	0.66	0.70	-	
Carga en el límite elástico	0.92	0.90	0.61	-
Dureza	0.94	0.97	0.69	0.87

El el cuadro 31 se aprecia que los factores que definen la textura de la carne se encuentran muy relacionados entre sí. Los mayores factores de correlación se encuentran entre el Esfuerzo máximo y la Carga máxima ($R=0.97$), y entre el Esfuerzo máximo y la Dureza, también con $R=0.97$.

Gráfico 20. Recta de regresión para Dureza y Esfuerzo máximo.

Debido a esta relación se puede conocer la Dureza por medio de la predicción hecha por el espectroscopio NIRS del Esfuerzo máximo sabiendo que:

$$Dureza = 0.364 * Esfuerzo\ máximo - 0.0611; (R=0.97)$$

Gráfico 21. Recta de regresión para Carga máxima y Esfuerzo máximo.

$$Dureza = 1.098 * Carga\ máxima - 0.5953: (R=0.90)$$

De igual manera que sucedía con el Esfuerzo máximo y la Dureza, también entre el esfuerzo máximo y la carga máxima existe una correlación importante. De esta forma únicamente conociendo el valor del Esfuerzo máximo podemos conocer ambos parámetros.

VI. DISCUSIÓN

1. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS.

1.1. GANANCIA DE PESO VIVO Y CRECIMIENTO RELATIVO.

El potencial de ganancia de peso o ímpetu de crecimiento es función del potencial de acumulación del tejido magro que a su vez es determinante del tamaño del animal y de su consumo (Di Marco, 1993). Por lo tanto, los animales de mayor tamaño, ganan más peso cuando no existen restricciones, como consecuencia de que consumen más por unidad de peso (Thorney et al., 1981) y son capaces de retener más energía como proteínas que como grasa (Webster, 1989).

a) Terneros sacrificados a 300 Kg.

Los terneros al llegar a la nave de cebo necesitan un período de adaptación, tras el cual equilibran su crecimiento e ingestión de pienso. Como ya se ha comentado en el capítulo de Resultados, los terneros de las razas Asturiana de los valles, Pirenaica y Rubia gallega, destinadas al sacrificio a este peso, no completaron este período de adaptación por haber estado sólo seis días en la nave, ya que habían alcanzado ya el peso de sacrificio establecido. Por este motivo, los resultados obtenidos no son fiables y no se incluyeron en los resultados (ver Cuadro 6).

Las ganancias medias diarias (GMD) del resto de las razas no obtuvieron diferencias significativas entre ellas, oscilando entre los 1.8 Kg/d de Pardo alpina y los 1.83 Kg/d de Pirenaica.

El resultado obtenido por los terneros de la raza **Avileña** fue la misma que la obtenida por Blanco (1998), y más alta que las obtenidas por Benito et al. (1979), Sierco (1998), Albertí et al. (1999) y Franco (1997) debido a que trabajaron con animales a pesos superiores.

La raza **Morucha** obtuvo una ganancia y un crecimiento relativo similares a las de las demás razas, siendo sacrificada a menos peso que las demás. Fué mucho más alta que la GMD de terneros de Morucha sacrificados al mismo peso final (Blanco, 1998).

Albertí et al. (1999), Franco (1997) y de Sierco (1998) citan ganancias medias diarias del orden de 1.200 Kg/d, explicados por el mayor peso de sacrificio.

Los terneros de la raza **Pardo alpina** tuvieron ganancias medias diarias y un crecimiento relativo cercanos a los encontrados por Blanco (1998), y ligeramente superiores a los de los terneros sacrificados a 471 Kg de Mamaqi (1996). Estas ganancias fueron muy superiores a las conseguidas por terneros alimentados con pienso y heno de pradera a voluntad (Revilla, 1997).

La GMD de los terneros de raza **Retinta** fue superior a la encontrada por Benito et al. (1979), García y Bartolomé (1995), Espejo et al. (1995), Albertí et al. (1995d; 1999) y Sierco (1998).

No existen diferencias significativas entre razas a este peso, aunque hubiera sido de esperar que la ganancia media de Morucha hubiera sido menor si se hubiera sacrificado al mismo peso. Dentro de la categoría de ternera, la ganancia media diaria y el crecimiento relativo son altos y parecidos en todas las razas estudiadas

b) Terneros sacrificados a 550 Kg.

A 550 Kg tampoco existen diferencias significativas entre las razas, siendo la raza Morucha la que destacó ligeramente con la menor ganancia media diaria, de 1.19 Kg/d.

La raza **Asturiana de los valles** tuvo una ganancia media diaria de 1.53 Kg/d y un crecimiento relativo de 39.0. Blanco (1998) y Barriada et al. (1993a) tuvieron valores similares o algo más bajos. También fueron menores los resultados de Franco (1997) y Sierco (1998) a pesar de tener un peso final inferior. Animales de esta raza sin hipertrofia muscular, ganaron 1.10 Kg/d (Vallejo et al., 1992).

La ganancia de peso de los terneros de la raza **Avileña** fue ligeramente inferior a la observada por Blanco (1998) y mayor que las ganancias obtenidas en otros trabajos (Benito et al., 1979; Sierco, 1998).

Los terneros de la raza **Morucha**, tuvieron la menor ganancia media, aunque sin diferencias significativas, y el menor crecimiento relativo de 31.1 estadísticamente diferente de las demás. Albertí et al. (1979) citan ganancias inferiores en cruces con Charolés y con Pirenaico. Albertí et al. (1999) y Sierco (1998) dan valores similares a los de este trabajo.

Los terneros de la raza **Pardo alpina** tuvieron el mayor crecimiento relativo y la mayor GMD, aunque fue inferior a las obtenidas Mamaqi (1996), Albertí et al. (1995a; 1995b), Franco (1997) y Blanco (1998).

Los terneros de la raza **Pirenaica** tuvieron un crecimiento medio respecto a otras razas, pero bajo en comparación con los resultados de Blanco (1998), Albertí et al. (1995a; 1995b), Mamaqi (1996) y Franco (1998). Su ganancia media diaria fue superior a la de animales alimentados con pienso y heno de pradera a voluntad (Revilla, 1997),.

Para los terneros de la raza **Retinta** encontramos un crecimiento relativo medio y una ganancia media diaria algo baja, aunque sin diferencias significativas y similar a las citadas por Benito et al. (1982). Espejo et al. (1995) y Benito et al. (1979) tuvieron GMD más bajas mientras que Albertí et al. (1999), Sierco (1998) y Franco (1997) dan GMD más altas en animales menos pesados.

La raza **Rubia Gallega** tuvo una ganancia media y un crecimiento relativo medios en comparación con los de otras razas aunque fueron menores que los de Blanco (1998) para el mismo peso, Sierco (1998), Franco (1997), Montserrat et al. (1997), Albertí et al. (1999) y Sánchez et al. (1999; 1992) en animales de pesos inferiores. Sin embargo, Dios et al. (2000) y Zea y Gálvez (1980a; 1980b) obtuvieron ganancias inferiores.

Al peso de sacrificio de 550 Kg, las diferencias no son significativas en cuanto a la ganancia media diaria, pero sí que existen ciertas tendencias que se diferencian más marcadamente en el crecimiento relativo, como el alto crecimiento relativo de Pardo alpina y el bajo crecimiento relativo de Morucha.

Se observa la conveniencia del uso del crecimiento relativo cuando se comparan animales con distintos pesos, tanto finales como iniciales, como se observa al comparar a las razas Rubia gallega y Retinta, que tuvieron pesos finales sin diferencias significativas, pero el peso de inicio fue mucho mayor en Rubia gallega. De esta forma, Rubia gallega tuvo una ganancia mayor, pero su crecimiento relativo fue menor.

- Se observa en los resultados del trabajo y en los de otros autores que conforme aumenta el peso vivo, la ganancia media diaria y el crecimiento relativo, disminuyen. También con el aumento de peso se marcan las diferencias de crecimiento entre razas. Como el aumento de peso conlleva una mayor duración del período de cebo, los lotes son más homogéneos.

1.2. CONSUMO DE PIENSO E ÍNDICE DE CONVERSIÓN.

Uno de los parámetros que cobra importancia en la fase de cebo es la eficiencia alimenticia. La eficiencia de conversión medida como la cantidad de materia seca del alimento requerida por unidad de peso ganado, es la más importante desde el punto de vista productivo, ya que depende fundamentalmente del costo de mantenimiento, del nivel de consumo y del tipo de tejido retenido (Di Marco, 1993).

a) Terneros sacrificados a 300 Kg.

La raza **Avileña** obtuvo una ingestión de pienso de 82.5 g ms/Kg^{0,75} con un índice de conversión de 3.8 Kg de pienso/Kg peso vivo. Blanco (1998) obtuvo una ingestión mayor y un índice de conversión (IC) menor, mientras que Franco (1997) y Sierco (1998), con terneros de aproximadamente 460 Kg obtuvieron IP menores e IC mayores.

Los terneros de la raza **Morucha** tuvieron una ingestión de pienso de 77 g ms/Kg^{0,75} y un índice de conversión de 3.9 Kg/Kg. Franco (1997) y Sierco (1998), dieron ingestiones de pienso menores e índices de conversión mayores, tendiendo pesos superiores. En el trabajo de Blanco (1998) se siguió la misma tendencia de a mayor peso, mayor IC y menor IP, aunque su peso final también fue de 300 Kg.

El índice de conversión más alto a este peso lo tuvo **Pardo alpina** con 4.5 Kg/Kg, así como la mayor ingestión con 96.6 g ms/Kg^{0,75}. Blanco (1998), con el mismo peso tuvo una ingestión de pienso parecida y un índice de conversión más bajo. Tanto Mamaqi (1996) como Albertí et al. (1995b) y Sierco (1998) tuvieron ingestiones de pienso y un índice de conversión más bajos.

La raza **Pirenaica** tuvo un IC de 4.0 Kg/Kg y una ingestión de pienso de 67.3 g ms/Kg^{0,75}. Blanco (1998) cita una ingestión de pienso mucho más alta y un índice de conversión más bajo. La ingestión de pienso de Sierco (1998) también fue más alta, como el índice de conversión que fue similar al de Mamaqi (1996).

Los terneros ligeros de la raza **Retinta** obtuvieron un índice de conversión del 3.9 Kg/Kg, similar al de los terneros de la raza Morucha. Su ingestión fue de 83.8 g ms/Kg^{0,75}. Valores muy parecidos fueron encontrados por Blanco (1998), pero Benito et al. (1979) dieron un IC mayor.

En relación con la ingestión de pienso a este peso se observa a Retinta y Avileña con ingestiones medias, Morucha y Pirenaica con ingestiones bajas y Pardo alpina con una ingestión muy alta. El índice de conversión de Pardo alpina, comparado con el de otros autores es muy alto, mientras que las demás razas obtienen índices de conversión parecidos.

b) Terneros sacrificados a 550 Kg.

Cuando los animales son más pesados ingieren menor cantidad de pienso y los utilizan menos eficientemente, ya que necesitan mayor cantidad de pienso para ganar un kilogramo de peso, como se ve en que a 550 Kg el índice de conversión es mayor que a 300 Kg.

La raza **Asturiana de los valles** obtuvo un índice de 4.2 Kg/Kg y una ingestión de 65.05 g ms/Kg^{0,75}. Estos valores son cercanos a los obtenidos por Blanco (1998). Vallejo et al. (1992b), Albertí et al. (1999), Sierco (1998) y Franco (1997) tuvieron índices de conversión mayores e ingestiones de pienso algo superiores.

Los terneros de la raza **Avileña** obtuvieron un índice de conversión de 4.7 Kg/Kg. Blanco (1998) tuvo el mismo índice de conversión con una ingestión de pienso algo mayor para el mismo peso. Benito et al. (1979) y Albertí et al. (1999) tuvieron, con un peso menor, ingestiones de pienso algo superiores, y un índice de conversión mayor.

La raza **Morucha** igualó a la raza Retinta en el índice de conversión con 5.3 Kg/Kg y se asemejó a Pardo alpina con una ingestión de 63.5 g ms/Kg^{0,75}. Albertí et al. (1999) obtuvo un IC inferior, así como Blanco (1998). Los terneros cruzados de Morucha por Charolés tuvieron un IC alto (Herrero de Frutos, 1987; Albertí et al., 1979).

La raza **Pardo alpina** obtuvo para este peso una ingestión de pienso de 63.2 g ms/Kg^{0,75} y un índice de conversión de 4.7 Kg/Kg. Blanco (1998) obtuvo una ingestión muy superior con 90.91 g ms/Kg^{0,75} y un IC de 4.41 Kg/Kg. Menor es el IC de 4.2 Kg/Kg citado por Albertí et al. (1999).

La raza **Pirenaica** tuvo un IC de 4.5 Kg/Kg y una ingestión de 65.4 g ms/Kg^{0,75}, mientras que Blanco (1998), con una ingestión de pienso mucho mayor dio un índice de conversión menor. Albertí et al. (1995b; 1995c) dan un índice de conversión de 4.2 a 4.8, según la dieta.

Se midieron, para la raza **Retinta**, ingestiones de pienso de 74.0 g ms/Kg^{0,75} y un índice de conversión de 5.3 Kg/Kg. Los terneros de Franco (1997) ingirieron más pienso, y además su IC fue menor, al igual que los de Espejo et al. (1995). García y Bartolomé (1995) y Benito et al. (1979) con un peso vivo de 450 Kg aproximadamente, tuvieron índices de conversión muy altos.

La raza **Rubia gallega** tuvo un índice de conversión medio respecto a las demás razas y una ingestión de 61 g ms/Kg^{0,75}. Sierco (1998) y Franco (1998) obtuvieron una ingestión de pienso alta y un índice de conversión bajo. Blanco (1998) cita un IC bajo y una ingestión alta. El índice de conversión de Sánchez et al. (1992) fue también bajo.

A este peso, Avileña y Retinta siguen teniendo las ingestiones más altas seguidas de Asturiana de los valles y Pirenaica. Parda alpina tuvo la ingestión baja junto a Morucha, aunque la menor ingestión fue de Rubia gallega. Morucha y Retinta destacan por ser razas poco eficientes. Asturiana de los valles tiene un índice de conversión bajo.

- Se observa a los distintos pesos que a menor peso, mayor ingestión de pienso existe y de forma más eficiente se transforma. Las razas Avileña y Retinta son las que más pienso ingieren a cualquier peso, mientras que Pardo alpina, que tuvo una ingestión muy alta a 300 Kg, es de las de menor ingestión a 550 Kg. Al contrario, su índice de conversión, que fue también muy alto a 300 Kg casi no varió. Viendo los resultados de otros autores, podemos decir que los datos del peso ligero pueden estar influidos por un período de cebo corto.

2. CALIDAD DE LA CANAL.

2.1. PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL.

El peso de la canal influye en el precio de la misma y este se encuentra condicionado por las exigencias de mercado. El rendimiento de la canal es uno de los parámetros más importantes desde el punto de vista económico, para el productor y para el industrial.

a) Terneros sacrificados a 300 Kg.

La raza **Asturiana de los valles** tuvo un rendimiento de la canal del 66.0 %, algo inferior al encontrado por Blanco (1998), expresado sobre la canal oreada. Fue superior, sin embargo, al encontrado por Vallejo et al. (1992b) y Albertí et al. (1999).

Las canales de **Avileña** obtuvieron un rendimiento del 57.3 %, superior al 53.5 % obtenido por los terneros de Blanco (1998). Albertí et al. (1999) a 451 Kg cita un rendimiento del 57.8 %.

Las canales de los terneros de la raza **Morucha** tuvieron un rendimiento del 54.7 %, inferior en 5.2 puntos al de Blanco (1998). Albertí et al. (1999) encontró para esta raza rendimientos del 57.6 %.

El rendimiento canal de la raza **Pardo alpina** fue de 58.3 %, muy similar al encontrado por Franco (1997) en terneros con un peso canal de 281 Kg, mientras que los terneros de Blanco (1998) rindieron un 56.1 %. Fue mayor que el obtenido por los terneros de Albertí et al. (1995a; 1995b) a mayor peso y distintos tipos de cebo.

La raza **Pirenaica**, con un 61.5 % tuvo un rendimiento de canal mayor a los encontrados por Blanco (1998). Albertí et al. (1995c) y Mamaqi (1997) para pesos vivos superiores.

Las canales de los terneros de la raza **Retinta** rindieron un 53.7 %, porcentaje inferior al encontrado por Albertí et al. (1995d) en terneros de 457 Kg. Mata y Aparicio (1985) obtuvieron un 54.3 % de rendimiento canal fría en terneros de 285 Kg.

La raza **Rubia gallega** tuvo un rendimiento canal del 64.7 %. Blanco (1998) encontró un rendimiento ligeramente superior con un 65.4 %, mientras que las canales de Carballo et al. (1997), Sánchez et al (1992) y Zea y Gálvez (1980a) tuvieron rendimientos inferiores.

Las razas de mayor rendimiento canal son Asturiana de los valles y Rubia gallega que contaban con animales hipertróficos y obtuvieron rendimientos superiores a los de otros autores incluso con animales de mayor peso. Avileña y Pardo alpina quedaron con rendimientos medios. Las razas más rústicas, como Morucha y Retinta son las de rendimientos más bajos.

b) Terneros sacrificados a 550 Kg.

Los terneros de la raza **Asturiana de los valles** sacrificados a 550 Kg tuvieron el rendimiento canal más alto de todas las razas con un 67.6 %. Blanco (1998) obtuvo rendimientos del 65.6 % y Franco (1997), Barriada et al. (1993a) y Vallejo et al. (1991; 1992b) da unos rendimientos mucho menores.

La raza **Avileña** tuvo el menor rendimiento canal con un 57.9 %, mientras que el rendimiento de las canales de los terneros de Blanco (1998) fue del 59.2 %. Franco (1997), para canales más ligeras, obtuvo un rendimiento del 56.6 %.

Los terneros de la raza **Morucha** tuvieron un rendimiento del 58.2 %. El rendimiento de los terneros de Franco (1997) fue menor en 1.7 puntos. Los terneros de Herrero de Frutos (1984) y los de Albertí et al. (1974), en Morucha por Charolés y en Morucha por Pirenaico, tuvieron rendimientos mayores.

El rendimiento de la raza **Pardo alpina** fue del 61.8 %, superior al encontrado por Blanco (1998) y por Mamaqi (1996) con terneros cebados con mandioca y gluten feed con pienso. Los terneros por Albertí et al. (1995c) hasta 450 Kg tuvieron un rendimiento del 57.7 %.

La raza **Retinta** tuvo un rendimiento canal superior a los de Albertí et al. (1999; 1995d). Mata y Aparicio (1985), Benito et al (1982) y López de Torre et al. (1994) obtuvieron rendimientos algo mayores con animales más ligeros.

La raza **Rubia gallega** tuvo un rendimiento canal del 65.2 % y en el trabajo de Blanco (1998) se dió un rendimiento del 65.6 %. Los terneros de Albertí et al. (1997), Martín et al. (1993a) y Zea y Gálvez (1980a; 1980b) tuvieron menores rendimientos.

Con un peso vivo de 550 Kg no hay diferencias significativas en el peso canal. Asturiana de los valles y Rubia gallega son las razas de mayor rendimiento canal, mientras que las razas más precoces como Avileña, Morucha y Retinta tuvieron un rendimiento bajo.

- A un mayor peso vivo de sacrificio se corresponden mayor peso canal y mayor rendimiento canal, ya que primero se forma el hueso y las vísceras y después se desarrolla el músculo, y posteriormente la grasa. El rendimiento canal de unas razas respecto a otras, a cualquier peso de sacrificio, es decir, si una raza tiene el menor rendimiento respecto a las demás, a un peso superior, seguirá siendo la de menor rendimiento, aunque este haya aumentado.

Asturiana de los valles y Rubia gallega son razas de buen rendimiento canal, mientras que Morucha y Retinta son de bajo rendimiento. El peso influye un poco más en las razas de rendimiento intermedio, Avileña, Pardo alpina y Pirenaica, de tal forma que al aumentar de peso, Avileña y Pardo Alpina tienden hacia el grupo de Morucha, y Retinta.

2.2. CLASIFICACIÓN SUBJETIVA DE LA CONFORMACIÓN Y EL ESTADO DE ENGRASAMIENTO.

La valoración de la canal se realiza mediante la apreciación visual de los perfiles de las diferentes regiones anatómicas de éstas, comparándolas con patrones fotográficos y una escala de puntuación.

a) Terneros sacrificados a 300 Kg.

La raza **Asturiana de los valles** fue clasificada con una conformación U (11.2), similar al obtenido por Albertí et al. (1997) con un 11.4, aunque mientras nuestra nota de engrasamiento fue de 1 (2.1 sobre 15), la suya fue de 2 (4.8 sobre 15), probablemente por ser animales sacrificados a 460 Kg. Fue la canal mejor conformada a este peso.

Las canales de la raza **Avileña** fueron clasificadas como R; 2, mientras que los terneros de Albertí et al. (1997) a un peso de sacrificio de 460 Kg tuvieron una nota de R para la conformación y de 3⁻ para el engrasamiento.

La raza **Morucha** obtuvo una calificación R⁻; 2⁺, con una conformación de 7.9 y un engrasamiento de 6.5, siendo la canal más engrasada.

Los terneros de **Pardo alpina** dieron canales calificadas con una nota de conformación de 8.3 (R) y un engrasamiento del 4.1 (2⁻). Los terneros de Mamaqi (1996) tuvieron, a un peso mayor, mejor conformación y mayor engrasamiento, mientras que Albertí et al (1995c), a un peso algo superior al de Mamaqi (1996), tuvieron notas de R⁺ y 2⁺ en terneros cebados en otoño con heno de alfalfa y cebados con pienso.

La raza **Pirenaica** fue clasificada en conformación con la misma nota que Pardo alpina (8.3) y algo más engrasados que estos, con una nota de 4.9. Mamaqi (1996) obtuvo canales mejor conformadas (11.1) y más engrasadas (6.92). Albertí et al (1995d) en terneros sin acabado cebados en primavera tuvo notas de R y 2⁺.

Los terneros de la raza **Retinta** obtuvieron una calificación O^+ ; 2, siendo la raza con canales peor conformadas. Albertí et al. (1997) tuvo el mismo engrasamiento y una mejor conformación (U) en terneros de 461 Kg.

Las canales de la raza **Rubia gallega** fueron de las mejores calificadas en conformación con R^+ y con un mínimo estado de engrasamiento (1^-). Carballo et al. (2000), en terneros sacrificados a 443 Kg, tuvo notas de $U^-; 3$, y de $R^+; 3^-$ en canales producidas en sistema extensivo. Montserrat et al. (1992) clasificó sus canales de 225 Kg de terneros de cebadero con un 2.5 en conformación y un 3.0 en engrasamiento, que fue la nota más baja de todas.

Las dos razas de precocidad tardía que tienen los mejores rendimientos de canal, Asturiana de los valles y Rubia gallega, tienen también las canales mejor conformadas y menos engrasadas. Pardo alpina y Pirenaica mantienen un puesto intermedio, tanto en conformación como en engrasamiento. Retinta fue la raza que ofreció las canales peor conformadas con un engrasamiento alto, y la raza Morucha tuvo las canales más engrasadas y con mala conformación.

c) Terneros sacrificados a 550 Kg.

A este peso la conformación es mejor que a pesos menores, y aumenta el engrasamiento de las canales.

La raza **Asturiana de los valles** tuvo la mejor conformación con un 13.7 (E) y un engrasamiento bajo, puntuado como 3.3 (1^+). Barriada et al. (1993a) con terneros cebados intensivamente obtuvo una conformación de 3.1 (R).

Las canales de **Avileña** tuvieron una calificación media de R en conformación y un engrasamiento de 8.2, equivalente a un 3 sobre 5.

Los terneros de **Morucha** fueron los peor conformados a este peso de sacrificio con una nota de O^+ y un 2^+ en engrasamiento. Albertí et al. (1997), da como notas para moruchos de 458 Kg un $R^-; 3^-$.

Un 10.2 en conformación (U⁻), y un 7.2 (3⁻) en engrasamiento fueron las clasificaciones obtenidas por las canales provenientes de terneros de la raza **Pardo alpina**. Albertí et al. (1995a; 1995b) obtuvieron notas de R y R⁺ para la conformación y 3⁻ y 3 en terneros de menor peso.

La raza **Pirenaica** fue calificada como U; 3⁻. Albertí et al. (1995a) en terneros cebados con pienso da notas de R⁺ y 3⁻, mientras que alimentados con silo de maíz (Albertí et al., 1995c) son de R a R⁺ y de 2⁺ a 3.

La raza **Retinta** presentó canales de conformación O⁺ y de engrasamiento 3.0 (1⁺). Albertí et al. (1995d) da unas notas de 7.0 en la conformación y de 5.0 en el engrasamiento. Benito et al. (1982) tuvo canales de machos enteros con una conformación de 3.1 sobre cinco puntos.

La raza **Rubia gallega** dio canales con una nota media de E⁻ y 1⁺. Carballo et al. (1997) tuvo notas de conformación U⁻ (2.6 sobre nueve puntos) en terneros de 460 Kg y Dios et al. (2000) notas de conformación de 3.2 y de engrasamiento de 2.1.

Al igual que a peso ligero, se pueden realizar los mismos grupos raciales. Por un lado, Asturiana de los valles y Rubia gallega, sin diferencias significativas entre ellas, fueron las de mejor conformación y menor engrasamiento. Pardo alpina y Pirenaica, también sin diferencias significativas, quedaron en un lugar medio, y Morucha es la peor conformada, con una canal muy engrasada.

Retinta quedó con mucha grasa subcutánea y con mala conformación, aunque el mayor estado de engrasamiento en canales de añojo correspondió a la raza Avileña.

- Los animales sacrificados a mayor peso tienen una mejor conformación y canales más engrasadas. Morucha tuvo el mismo engrasamiento a los dos pesos de sacrificio por se una raza precoz.

2.3. CONFORMACIÓN Y MEDIDAS DE LA CANAL.

Las medidas lineales en una canal proporcionan, de una forma muy definida, los valores de conformación, frente a la comparación con patrones fotográficos que se ve influenciada por la subjetividad del operario que califica la canal.

a) Terneros sacrificados a 300 Kg.

La raza **Asturiana de los valles**, en general, obtuvo una canal de menores dimensiones a las halladas por otros autores, y menos compacta (Barriada et al., 1993a; Franco, 1997). También se observó una menor superficie del *longissimus dorsi*, ya que Franco (1997) da valores de 110.6 cm² y Barriada et al. (1993a) de 70.9 cm², ambos para terneros sacrificados a más de 430 Kg. A pesar de esta diferencia de peso vivo, Barriada et al. (1993a) da una medida de perímetro de pierna similar a la nuestra.

Las canales de la raza **Avileña** tuvieron menores medidas que las obtenidas por Franco (1997) a un peso superior, y también obtuvo canales mucho más compactas.

En la raza **Morucha**, la mayor compacidad de las canales de Franco (1997) a mayor peso, es todavía más evidente.

Las medidas de la canal de **Pardo alpina** de peso 184.5 Kg fueron menores que las canales de la misma raza de Mamaqi (1996). La superficie del lomo de estas canales fue unos 18 cm² mayor que la de este experimento, y tuvieron un ICC de 2.26 Kg/cm, similar al encontrado por Albertí et al. (1995c) a un peso canal similar de terneros cebados con heno de alfalfa. Aunque las medidas de longitud de la canal y perímetro de la pierna también fueron similares, la superficie del lomo fue mayor (entre 98.3 y 104.0 cm²).

De igual manera sucede con las canales de los terneros de la raza **Pirenaica**. Las canales de Mamaqi (1996) y las de Albertí et al. (1995c) son más compactas. Se obtuvo una superficie del lomo de 80.7 cm², inferior a las superficies del mismo músculo halladas por Albertí et al. (1995c) y Mamaqi (1996).

Las canales de la raza **Retinta**, tuvieron la mayor longitud, anchura y longitud de la pierna, y fue junto a Morucha y Avileña la menos compacta. Mata y Aparicio (1985) obtuvieron en canales de ternera de 155 Kg dimensiones menores a las obtenidas en este trabajo y menos compactas. Franco (1997), por el mayor peso de las canales, obtuvo mayores dimensiones en general y canales más compactas con un índice de compacidad de 2.0 Kg/cm.

Las canales de los terneros de la raza **Rubia gallega**, con un peso de 280 Kg, tuvieron las mayores medidas junto con Asturiana de los valles y el mayor ICC con un valor de 2.4 Kg/cm. Carballo et al. (2000) obtuvieron canales de mayor longitud y medidas en general a menor peso, lo que le hizo tener un ICC de 1.8 Kg/cm.

Las razas Avileña, Morucha y Retinta fueron las que presentaron la canal de mayor anchura, la menor superficie de lomo y el menor índice de compacidad. Las razas Asturiana de los valles, Rubia gallega, Pardo alpina y Pirenaica presentaron las canales más cortas y de mayor longitud de pierna, y salvo Pardo alpina, las mayores superficies de lomo. Pardo alpina y Retinta fueron las razas de mayor perímetro de fémur frente a Asturiana de los valles, que tuvo el menor perímetro.

b) Terneros sacrificados a 550 Kg.

Las canales de la raza **Asturiana de los valles** que tuvieron peso de unos 50 Kg aproximadamente superior al de las canales de los terneros de Vallejo et al. (1992b; 1991) mientras que tuvieron canales más largas y de mayores dimensiones en general.

Unicamente el área del lomo de las canales de Vallejo et al. (1992b), fue sensiblemente menor a las reseñadas en este trabajo. Estas medidas les han valido unos índices de compacidad algo superiores a 2.3 Kg/cm en ambos casos, frente a los 2.95 Kg/cm obtenidos por esta raza.

Las canales de los terneros de **Avileña** junto a las razas Retinta y **Morucha** fueron las canales más largas y anchas, menos compactas y de menor superficie del lomo. Esto fue debido a la raza y al bajo peso canal, que le hizo tener un ICC de 2.42 Kg/cm para Avileña y 2.40 Kg/cm para Morucha.

Las canales de **Pardo alpina** tuvieron medidas medias respecto al resto de resto de las razas. Estas fueron mayores a las encontradas por Albertí et al. (1995a), para el índice de compacidad y la superficie del *longissimus*. También las canales de Albertí et al. (1995b) fueron de menores dimensiones y peso canal al estar cebados con silo de maíz y pienso en distintas proporciones. El índice de compacidad fue menor, pero la superficie del lomo fue mayor a la de Albertí et al. (1995a) e inferior a la de este trabajo.

Albertí et al.(1995a; 1995b) tuvieron también índices de compacidad y superficies de lomo menores en sus canales de la raza **Pirenaica** con un ICC entre 2.20 Kg/cm y 2.30 Kg/cm, con superficies de lomo.

Las canales de la raza **Retinta** fueron las más largas y de mayor longitud de pierna. Las canales de Albertí et al. (1995d) al mismo peso tuvieron una longitud algo superior y un índice de compacidad de 2.2 Kg/cm, dando una canal algo menos compacta, pero de mayor área del lomo. A pesar de su mayor longitud de la canal, su pierna fue más corta y menos ancha, pero más profunda, con lo cual su perímetro fue mayor.

Las canales de añojo de Mata y Aparicio (1985) tuvieron unas dimensiones inferiores y un índice de compacidad de 1.92 Kg/cm.

En canales de **Rubia gallega**, Franco (1997) tienen una canal algo más corta y menos ancha, al igual que las piernas, que también son más cortas. Su índice de compacidad es de 2.3 Kg/cm mientras que en las canales de los terneros de este trabajo es de 2.87 Kg/cm. El lomo de estas canales es más pequeño. Dios et al. (2000) encontraron a un peso canal fría de 271.7 Kg un área de lomo de 82.6 cm². Martín et al. (1993b) da una superficie de lomo de 84.4cm² en canales de 250.3 Kg a peso caliente.

La canal de retinto fue la más larga y de menores dimensiones de la pierna, así como tuvo la menor superficie del lomo, junto con Avileña. Las canales menos compactas fueron las de las razas más rústicas, Avileña, Morucha y Retinta, mientras que las más compactas fueron las de Asturiana de los valles y Rubia gallega, y también de mayor superficie de lomo. A este peso, Morucha, Pardo alpina y Pirenaica mantienen sus posiciones medias en todas las medidas de la canal, salvo Pirenaica que tienen una canal muy larga y Morucha con una canal poco compacta.

- En los animales jóvenes, la longitud de la pierna y el perímetro del fémur tuvieron diferencias significativas, mientras que al peso pesado no las hubo. Sucedió todo lo contrario con la anchura de la pierna y su profundidad. Esto es debido a que primero se desarrolla el hueso dejando ver las distintas velocidades de crecimiento de las razas y más tarde comienza a desarrollarse el músculo de tal forma que comienza a haber diferencias significativas entre razas, en las medidas relacionadas con el músculo.

Las canales de animales pesados fueron las más compactas, aunque las razas de mayor rusticidad fueron las de canal menos compacta a cualquier peso de sacrificio. La superficie del lomo es mayor en animales pesados que en los ligeros, siendo Asturiana de los valles y Rubia gallega las razas con lomos de mayor superficie.

2.4. COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL.

Los caracteres de composición de la canal y el rendimiento de sus tres tejidos fundamentales (músculo o carne, grasa y hueso) son los que determina su valor (Carballo et al., 2000).

a) Terneros sacrificados a 300 Kg.

La raza **Asturiana de los valles** se caracterizó por tener el mayor porcentaje de carne y el menor de hueso lo que le hizo tener también la mayor relación músculo-hueso. Barriada et al. (1997a) obtuvo un porcentaje de hueso del 15.04 % en terneros de 432 Kg al sacrificio. Albertí et al. (1999) citó, para un peso vivo de 460 Kg porcentajes del 76.4 % de carne y del 7.1 % de grasa, mientras que el porcentaje de hueso fue similar al nuestro. Esto dio con una relación músculo-hueso más baja y una relación grasa-hueso más alta.

La raza **Avileña** presentó canales con porcentajes de carne y hueso algo inferiores a los citados por Albertí et al. (1999), de forma que dio un valor parecido en la relación grasa-hueso y una relación músculo-hueso superior.

La raza **Morucha** obtuvo el mayor porcentaje de grasa y de hueso. Albertí et al. (1999) citaron porcentajes de carne superiores, e inferiores de grasa. La relación músculo-hueso fue también menor y la relación grasa-hueso, casi igual.

Las canales de **Pardo alpina** obtuvieron proporciones medias en su composición respecto a otras razas. Mamaqi (1996) y Albertí et al. (1999) citaron porcentajes inferiores en músculo a pesos de 460 Kg aproximadamente, del orden del 9 % de grasa y menor de hueso. Dieron también relaciones M/H y G/H superiores.

Pirenaica estuvo junto con Pardo alpina en el punto medio entre razas con una relación músculo-hueso de 4.09 y una relación grasa-hueso de 0.40. Albertí et al. (1999) y Mamaqi (1996) dieron un porcentaje de hueso inferiores, y en músculo, el valor de Mamaqi fue inferior mientras que el de Albertí et al. (1999), fue superior.

La canal de **Retinta** tuvo el menor porcentaje de carne y el mayor de hueso, lo que le hizo conseguir una relación músculo-hueso de 3.02, que fue la más baja.

Albertí et al. (1995a; 1999) citan porcentajes de músculo y hueso inferiores y superiores los porcentajes de grasa, en canales de terneros sacrificados a más de 450 Kg, con relaciones músculo-hueso de 2.9 y 3.4, respectivamente. Mata y Aparicio (1985) dan una relación M/H en añojos de 300 Kg de peso canal entera de 4.4 en Retinto puro, y de 4.8658 en Charolés por Retinto. López de Torre et al. (1994) con añojos sacrificados a 347 Kg dieron unos porcentajes del 55.6 % de hueso y del 22.1 % de grasa.

La canal de la raza **Rubia gallega** fue la de menor porcentaje de grasa y la menor relación grasa-hueso (0.17). Zea y Gálvez (1980a) dan valores menores de carne, similares de hueso (18.87 %) y mayores de grasa para el mismo peso de sacrificio.

Carballo et al. (2000) dan valores del 81.34 % de carne y el 12.77 % de hueso, mientras que el porcentaje de grasa fue similar al obtenido en este trabajo, aunque el peso de la canal de Carballo et al. (2000) fue de 259 Kg. Albertí et al. (1999) dieron, para un peso de sacrificio de 471 Kg, un porcentaje de carne del 73.0 %, un porcentaje de grasa de 8.8 %, y un 18.1 % de hueso con una relación músculo-hueso del 4.1 y grasa-hueso de 0.49.

En los animales más ligeros de la categoría ternera, encontramos a Asturiana de los valles y Rubia gallega que tuvieron el mayor porcentaje de carne y las mejores relaciones músculo-hueso, y los menores porcentajes de grasa y hueso, así como la menor relación grasa-hueso. En el lado opuesto, Avileña, Morucha y Retinta presentaron el menor porcentaje de carne y el mayor de grasa, presentando Avileña y Morucha las relaciones grasa-hueso más altas. Pardo alpina y Pirenaica obtuvieron porcentajes medios en todo así como relaciones músculo-hueso y grasa-hueso también medias.

b) Terneros sacrificados a 550 Kg.

Los terneros de la raza **Asturiana de los valles** que fueron sacrificados a 550 Kg tuvieron el mayor porcentaje de carne, y el menor de grasa de todas las razas. También fue superior al porcentaje de carne y menor el de grasa encontrados por Vallejo et al. (1991; 1992b). Barriada et al. (1993a) tuvo un porcentaje de hueso del 14.3 %. La relación músculo-hueso fue superior a las relaciones dadas por Vallejo et al. (1991; 1992b).

Los terneros de la raza **Pardo alpina** cebados por Albertí et al. (1995a; 1995b; 1995c) con diferentes dietas obtuvieron menores porcentajes de carne, y superiores en hueso y grasa. La relación músculo-hueso es inferior y la relación grasa-hueso superior para todos los tipos de cebo.

De igual forma, para la raza **Pirenaica**, la relación M/H fue mejor, comparada con los resultados de Albertí et al. (1995a; 1995b; 1995c), por tener mayores porcentajes de carne.

Albertí et al. (1995d) encontraron en la raza **Retinta** valores similares en porcentaje de hueso y algo más bajos en el porcentaje de carne, así como la relación M/H, que también fue ligeramente inferior.

Benito et al. (1982) en machos enteros obtuvieron un porcentaje de grasa mayor y menor en el porcentaje de hueso.

Los añojos de Asturiana de los valles y Rubia gallega siguen teniendo el mayor porcentaje de carne y los menores de grasa y hueso, con las mejores relaciones M/H y G/H. Pardo alpina y Pirenaica siguen ocupando un lugar medio entre las demás razas, salvo en el porcentaje de hueso, que para Pardo alpina fue alto y para Pirenaica fue bajo. Retinta sigue con el mayor porcentaje de grasa y hueso, teniendo una relación músculo-hueso baja y grasa-hueso alta. Avileña y Morucha siguen la misma tendencia de Retinta.

- Las canales de añojo de 550 Kg presentaron mayores porcentajes de grasa, que las canales ligeras. Las razas que más aumentaron este porcentaje fueron Pirenaica, Retinta y Rubia gallega, que junto con Pardo alpina fueron las que también disminuyeron su porcentaje de carne.

El porcentaje de hueso fue menor en las canales de animales pesados, aunque Rubia gallega y Pardo alpina no tuvieron una gran diferencia. En líneas generales, a un peso de sacrificio mayor, el porcentaje de grasa es mayor y el de hueso disminuye, mientras que el porcentaje de carne varía según la raza.

2.5. CATEGORÍA COMERCIAL.

El despiece es la acción de separar determinadas partes anatómicas de la canal, en base a divisiones establecidas por intereses comerciales (R. D. 147/1993). Estas partes anatómicas se hallan divididas en distintas categorías comerciales sobre la base de su aptitud para el cocinado. El porcentaje que existe de cada categoría comercial se puede expresar haciendo referencia a la canal entera o a la carne comestible total.

a) Terneros sacrificados a 300 Kg.

El despiece comercial de los terneros de la raza **Asturiana de los valles** dio unos valores ligeramente superiores a los encontrados por Albertí et al. (1999) en porcentaje de canal, salvo en la categoría de Tercera, y estos no tuvieron relación con los datos ofrecidos por Barriada et al. (1993a) debido a diferencias en el despiece.

La raza **Avileña** se caracterizó por tener el menor porcentaje de Segunda categoría. Al igual que sucedía con Asturiana de los valles, obtienen porcentajes algo superiores a los citados por Albertí et al. (1999) en animales sacrificados a 460 Kg, salvo en el porcentaje de Tercera.

Los terneros de Albertí et al. (1999) tuvieron mayores porcentajes de piezas de Primera y Tercera categoría para la raza **Morucha** aunque tuvo un 0.12 % menos de categoría Extra.

Para la raza **Pardo alpina**, Mamaqi (1996) da los porcentajes expresados sobre carne en terneros sacrificados a 470 Kg cebados a partir de mandioca, pienso y gluten feed, de forma que son similares en cuanto al porcentaje de Extra, y un poco más bajos en Segunda categoría. La diferencia viene dada en cinco puntos menos de categoría Primera, y unos cuatro más de Tercera.

Comparando también el despiece de **Pirenaica** con los resultados de Mamaqi (1996), vemos que las variaciones consisten en que fue mayor su porcentaje de Primera y casi en igual medida fue menor el de Tercera. El porcentaje de Extra y Segunda fue casi igual.

Las canales de los terneros de raza **Retinta**, junto con Pardo alpina fueron las razas que menores porcentajes de Extra tuvieron. Obtuvo un porcentaje de Segunda categoría, superior al de López de Torre et al. (1994), e inferior de Tercera. Albertí et al. (1995a) obtuvieron un porcentaje de Extra, Primera y Segunda inferiores, mientras que obtuvieron piezas más pesadas en Tercera.

En porcentaje de carne, Albertí et al. (1995a) tuvieron un 2.5 % de Extra, aunque superó el porcentaje de Primera con un 65 %. También tuvo porcentajes inferiores a los de este trabajo en Segunda y Tercera categoría.

La raza **Rubia gallega** obtuvo el mayor porcentaje de Primera y Segunda. Los resultados de Carballo et al. (1997; 2000) no se pudieron comparar por incluir el hueso en el porcentaje de lomo y falda. Albertí et al. (1999) tuvieron valores muy inferiores en las categorías de Extra y Primera, así como el mismo valor en la categoría de Tercera.

Las razas Asturiana de los valles y Rubia gallega son las que más porcentaje de todas las categorías tienen, ya que fueron también las que mayor porcentaje de carne tuvieron. Retinta es la que menos porcentaje de Primera, Segunda y Extra tiene seguida de Avileña y Morucha, que es la que más porcentaje de grasa pélvica y renal tuvo.

Las razas que menos grasa de este tipo tuvieron fueron Asturiana de los valles, Pardo alpina y Pirenaica. Aunque Pardo alpina y Pirenaica, en general, tuvieron porcentajes medios, Pardo alpina tuvo el menor porcentaje de Extra y con Retinta, de los mayores de Segunda categoría. Cuando expresamos las categorías comerciales en porcentaje de carne, las diferencias vienen dadas por Extra y Primera, en las que únicamente se diferencian significativamente Rubia gallega por tener un bajo porcentaje de Extra y Morucha por tener un porcentaje bajo de Primera.

Las diferencias raciales respecto a las categorías comerciales son menos patentes expresadas en porcentaje de carne que cuando se expresan en porcentaje de canal debido a que en este último influye la presencia de hueso y grasa. No obstante Morucha también tuvo el menor porcentaje de primera en porcentaje de canal.

b) Terneros sacrificados a 550 Kg.

Los resultados de las canales provenientes de terneros de la raza **Pardo alpina** fueron similares a los hallados por Albertí et al. (1999), aunque este tuvo valores ligeramente superiores en Tercera categoría. También fueron parecidos a los resultados de Albertí et al. (1999) los resultados conseguidos por las canales de la raza **Pirenaica**, aunque tuvieron menos porcentaje de piezas de categoría Extra, Primera y Tercera.

Para la categoría Extra, en canales de raza **Retinta**, expresada en porcentaje de carne, Albertí et al. (1995d) coincidieron en el 2.9 %, da valores superiores de Primera y Segunda, y dos puntos menor en el porcentaje de Tercera en animales sacrificados a 550 Kg. López de Torre et al. (1994), en añojos de 503 Kg, obtuvieron un 9.9 % de Segunda y casi seis puntos más en Tercera. No son comparables los resultados de Aparicio y Mata (1987) por utilizar un despiece distinto.

Los terneros de 400 Kg de la raza **Rubia gallega** de Zea y Gálvez (1980a; 1980b) tuvieron porcentajes menores de Primera categoría, casi duplicaron la proporción de Segunda y quedaron menores en Tercera. Sánchez et al. (1992) tuvieron un 12.5 % de Segunda y un 29.36 % de Tercera por clasificar algunas piezas dentro de otras categorías.

En la categoría de añojo se hace más patente como los animales de razas más precoces y rústicas como Retinta, y seguida de Morucha y Avileña tienen el mayor porcentaje de grasa pélvica y renal, y los menores porcentajes de todas las categorías, especialmente Extra y Primera.

De igual manera, Asturiana de los valles y Rubia gallega tienen un porcentaje alto de todas las categorías y muy bajo de grasa. Pardo alpina y Pirenaica quedarían con valores intermedios entre estos dos grupos raciales. La categoría Extra de añejo referida al total de carne, no presentó diferencias significativas. Avileña, Morucha y Retinta tuvieron poco porcentaje de Primera respecto a otras razas, mientras que Rubia gallega y Pardo alpina fueron las de mayor porcentaje de Primera.

- Tanto en añejo como en ternera, respecto a los porcentajes de las distintas categorías en porcentaje de canal, se establecen los mismos grupos, aunque en añejo estas diferencias que existen entre los grupos que hemos establecido son más acentuadas. Estas diferencias separan a Rubia gallega y a Asturiana de los valles con grandes porcentajes de carne de todas las categorías y poca grasa pélvica y renal, de Retinta, Avileña y Morucha. Pardo alpina y Pirenaica quedan ambas en puestos intermedios.

Cuando hablamos de las categorías referidas al total de la carne vemos que en añejo existen más diferencias significativas que en ternera, salvo en la categoría Extra.

3. CALIDAD DE LA CARNE.

3.1. COLOR DEL MÚSCULO.

La utilización del color del músculo como parámetro que define la calidad de la carne, así como su determinación objetiva está justificada en gran medida por el hecho de que sea este un elemento muy considerado por el consumidor a la hora de elegir, y de consumir carne.

El color de la carne fresca depende de la cantidad de mioglobina presente, del pH final, de la velocidad del descenso del pH y la estructura de las proteínas (Lawrie, 1966) así como de la oxigenación, de la raza y la edad del animal, entre otros factores. Según Bocard y Bordes (1986) para una misma edad, las razas más precoces, presentan un color más acentuado.

El color del *longissimus dorsi* de la raza **Asturiana de los valles** disminuyó su claridad y su índice de amarillo con el aumento de peso, y aumentó su índice de rojo. La claridad y el índice de rojo a ambos pesos, fueron inferiores a los hallados por Barriada et al. (1993b) a 432 Kg y a 555 Kg.

Estos valores superaban, en ambos casos el 40 para L* y el 21 para a*, medidos a 48 horas *postmortem*.

Franco (1997), con un peso de sacrificio de los terneros de 460 Kg, obtuvo también valores superiores de claridad y un índice de rojo intermedio al obtenido en carne de animales sacrificados a 300 Kg y a 550 Kg. Ambos autores dan valores del índice de amarillo inferiores. Sañudo et al. (1998) dan valores parecidos, salvo en el índice de amarillo, que fueron del orden de 9.7. En líneas generales, Franco (1997), Barriada et al. (1993b) y Sañudo et al. (1998) tuvieron carnes más claras y de un color más vivo.

La carne de **Avileña** fue, en comparación con la carne de los animales de la misma raza de Sañudo et al. (1998), más clara y palida por tener un índice de amarillo menor, aunque el índice de rojo estuvo en un punto intermedio al hallado para 300 y 550 Kg, siempre medido a 24 horas de oxigenación del corte.

Las muestras de Franco (1997) tuvieron un índice de claridad algo mayor que la dada por Sañudo et al. (1998), e índices de rojo y amarillo algo inferiores, siendo la carne más clara y de color menos intenso.

La carne de ternero de la raza **Morucha** que tuvo para 300 Kg el índice más alto de rojo, y para 550 Kg el más bajo. Tanto Sañudo et al. (1998) como Franco (1997), dan valores de amarillo intermedios y de rojo inferiores a los encontrados para los dos pesos. Ambos autores dan claridades más altas, por lo que tienen carnes más claras de color más anaranjado que los animales jóvenes y de color más pálido.

La carne de la raza **Pardo alpina** presentó una carne muy clara, que cuando provino de sacrificio a 550 Kg se oscureció dando valores similares a los de Mamaqi (1996), Franco (1997) y Sañudo et al. (1998). El índice de rojo fue mayor para la carne de animales pesados, pasando de 14.7 a 300 Kg a 18.7 a 550 Kg, mientras que los autores anteriores dan valores a un peso intermedio de alrededor de 15.2 a 15.9.

Mamaqi (1996) y Franco (1997) dan carnes con un índice de amarillo alto, mientras que Sañudo et al. (1998) da un valor cercano al de la carne de terneros sacrificados a 300 Kg, aunque a 550 Kg este índice fuera menor.

Estos autores tuvieron carnes de coloraciones más vivas y de igual claridad que las de animales de 550 Kg, aunque la carne de los terneros de 300 Kg fue más clara. La carne de los terneros de Albertí et al. (1995a; 1995b; 1995c) se caracterizó por tener una claridad media respecto a los valores dados para 300 Kg y 550 Kg, índices de rojo similares a los de los animales ligeros e índices de amarillo que oscilaron entre 6 y 7 llegando en algún caso a 10.2, para pesos de 480 Kg aproximadamente y distintos tipos de dietas y acabados

El corte del *longissimus dorsi* de los terneros de la raza **Pirenaica** fue más clara cuando estos fueron sacrificados a 300 Kg que cuando lo fueron a 550 Kg. Franco (1997) y Sañudo et al. (1998), Mamaqi (1996) y Albertí et al. (1995c) dan carnes más claras.

Teniendo en cuenta que para terneros de 460 Kg aproximadamente, Mamaqi (1996), Franco (1997) y Sañudo et al. (1998) dan valores para el índice de rojo de 15 a 16, nuestros valores de 17.8 para los animales de 300 Kg y 21.8 para los de 550 Kg son más elevados. Albertí et al. (1995a; 1995b; 1995c) dan valores entre 13.5 y 14.5 para el índice de rojo. Mamaqi (1996), Franco (1997) y Sañudo et al. (1998) obtuvieron índices de amarillo entre 9 y 10, pero los resultados de Albertí et al. (1995a; 1995b; 1995c) fueron menores. Los cortes son más vivos y menos claros a 550 Kg, aunque a 300 Kg el índice de amarillo fue muy alto. Lizaso et al. (1997) dieron valores que se sitúan entre los dados para los dos pesos de sacrificio para la claridad y el índice de amarillo, mientras que el valor del índice de rojo fue ligeramente superior al de la carne de terneros ligeros.

La carne de la raza **Retinta** a las 24 horas del corte (48 horas tras el faenado) tuvo gran claridad en animales de 300 Kg, más que los valores reseñados por Franco (1997) y Sañudo et al. (1998). A 550 Kg el índice de rojo fue más alto que a 300 Kg y el de amarillo disminuye con el peso, siendo mucho menor que el citado por Sañudo et al (1998), Albertí et al (1995d) y Franco (1998). García et al (1997) en terneros de 460 Kg y 550 Kg tuvieron carne de color rojo claro.

La raza **Rubia gallega** ofreció cortes a las 24 horas que apenas variaron en claridad y en índice de rojo con el peso, mientras que de un valor de amarillo en carne de animales de 300 Kg de 17.5 se pasó a 8.3 en la carne proveniente de animales de 550 Kg. Franco (1997), Sánchez et al. (2000), Carballo et al. (1997) y Dios et al. (2000) dieron valores superiores para el índice de amarillo. Sánchez et al. (2000) y Carballo et al (1997) coinciden en el índice de rojo, Franco (1997) y Sañudo et al. (1998) se acercaron a los valores dados en este experimento, y Dios et al. (2000) se quedó con un valor de once.

Estos autores dieron valores de b^* entre 8.7 y 9.36, salvo Franco (1997) que da valores de 10.6.

La carne de los animales sacrificados a 300 Kg de peso vivo, que entrarían dentro de la categoría comercial ternera, dan en general carnes más claras y rosadas, donde se destacarían como carnes más pálidas y luminosas las de las razas Pardo alpina, Pirenaica y Retinta, frente a Rubia gallega, Avileña y Morucha que fueron un poco menos luminosas.

La carne de añojo no tuvo diferencias significativas respecto a la claridad, siendo algo menos claras y rojizas, sobre todo Morucha, Pirenaica y Retinta.

Con el aumento de peso, la carne pierde claridad, sobre todo Pirenaica y Retinta, y en menor medida Pardo alpina, que fueron las más claras a peso ligero de sacrificio. También adquieren un rojo vivo ya que disminuyeron su índice de amarillo y aumentan el de rojo.

Habitualmente se asocian las carnes más rojas a las carnes que provienen de una raza rústica, y las carnes más rosadas a animales de cebo. Aunque estos resultados concuerdan con los dados por otros autores, no son concluyentes en cuanto a definir la carne de ciertas razas puesto que el color de la carne evoluciona en el tiempo, y lo hace de forma más rápida o lenta según razas.

Por esto habría que buscar un punto característico común a todas las razas, como, por ejemplo, el de máxima claridad o de mayor índice de rojo, independientemente del momento en el que se alcance ese punto.

3.2. COLOR DE LA GRASA.

La claridad de la grasa subcutánea de las canales de la raza **Asturiana de los valles** osciló entre 69.2 en canales ligeras y 74.2 en las canales pesadas. Franco (1997) y Sañudo et al. (1998) tuvieron valores de claridad similares e intermedios por ser de canales de terneros sacrificados también a un peso intermedio.

El índice de rojo varió mucho con el peso, mientras que el índice de amarillo lo hizo menos. Sañudo et al. (1998) y Franco (1997) coinciden con valores intermedios de rojo y de amarillo. La grasa de sus canales estuvo en un punto medio en claridad y viveza del color respecto a la de los dos pesos de sacrificio.

La grasa de las canales de la raza **Avileña** no varió apenas con el peso y tiene valores parecido a los dados por Sañudo et al. (1998) y Franco (1997) en cuanto al índice de claridad mientras que para el índice de rojo y de amarillo dan valores entre ambos pesos.

La grasa de la raza **Morucha** fue la más clara junto con la de la raza Rubia gallega a 550 Kg y la menos clara a 300 Kg. A peso ligero, la grasa fue de color crema. En la misma tendencia de la grasa de las razas comentadas antes, Franco (1997) y Sañudo et al. (1998) que tuvieron terneros de peso entre 300 Kg y 50 Kg, dan valores de los tres índices intermedios a los dados para estos pesos.

La grasa de la raza **Pardo alpina** no varió de claridad en los distintos pesos con índices de 70.9 y 70.8. Sí lo hizo disminuyendo sus índices de rojo y amarillo dando una grasa de color crema en las canales ligeras y algo menos en canales pesadas. García et al. (1997) dieron un color entre blanco y blanco-crema a 460 Kg. Sañudo et al (1998) y Franco (1997) dan valores de claridad algo superiores, y Albertí et al. (1995a; 1995b; 1995c) dieron valores de mayor claridad, alcanzando un 76 en algún caso. Tanto Albertí et al. (1995a; 1995b; 1995c), Sañudo et al. (1998) y Franco (1997) coinciden en dar valores más bajos de rojo y amarillo que los hallados para los distintos pesos; salvo Albertí et al. (1995a; 1995b; 1995c) que dieron valores medios para los dos pesos en el índice de amarillo.

Tanto los resultados de Sañudo et al. (1998) como los de Franco (1997) siguen la línea de la influencia del peso de faenado en el color de la grasa dando para terneros de la raza **Pirenaica** sacrificados a 550 Kg, valores intermedios a los hallados para 300 Kg y 550 Kg. Albertí et al. (1995a; 1995b; 1995c) dieron valores también intermedios salvo para el índice de amarillo que son mayores o iguales a 490 Kg que los dados para 300 Kg. Albertí et al. (1995b; 1995c) dieron valores de claridad mayores.

La grasa subcutánea de la raza **Rubia gallega** se caracterizó por ser de las más claras y de mayor índice de amarillo para cualquier peso. La grasa de las canales de los trabajos de Sañudo et al. (1998) y Franco (1997) siguieron la tendencia comentada anteriormente salvo en el índice de rojo que fue más alto que el de las canales de terneros sacrificados a 300 Kg.

La grasa subcutánea de las canales de los terneros sacrificados a 300 Kg fue una grasa clara y amarillenta, donde Morucha y Asturiana de los valles fueron las razas de grasa menos clara. Cuando el sacrificio fue a 500 Kg, las canales tuvieron grasas más claras y blancas. También fue más homogénea salvo Rubia gallega y Pardo alpina que fueron más amarillas, y Pirenaica la más blanca.

Al aumentar de peso, la grasa se hace más clara y más blanca, o menos crema.

Como ya se comentó anteriormente en este trabajo, este cambio puede ser debido a que la lectura del colorímetro esté falseada por el color del músculo subyacente, puesto que la grasa de las canales ligeras es de poco espesor. No obstante, la raza Morucha no tuvo variación en el engrasamiento de un peso a otro, y también su grasa evolucionó de la misma manera, es decir disminuyendo su índice de rojo.

4. PREDICCIÓN NIR.

La predicción por medio de la espectroscopía difusa de reflectancia en el infrarrojo cercano de la composición química de la carne, y de otros productos en general está mucho más avanzada que otro tipo de parámetros como pueden ser los de tipo físico o sensorial.

4.1. ANÁLISIS QUÍMICO.

Un parámetro muy estudiado es la **humedad** de la muestra, o también la materia seca, puesto que $\% H = 100 - ms$, de forma que se trata del mismo concepto expresado de distinta forma y hablaremos de uno u otro independientemente, debido a la facilidad de cálculo de un concepto conocido el otro.

Oh y Groklaus (1995), utilizando cincuenta muestras de pasta de carne con un rango de humedades muy amplio, de 45.0 % al 67.6 %, para realizar la calibración, y utilizando un método de regresión “stepwise” da un coeficiente de correlación de 0.98 usando la primera derivada y de 0.922 usando la segunda, con unos errores estándar de la predicción de 0.752 y 1.103 respectivamente.

Denoyelle y Cartier (1996) trabajaron con carne preparada en laboratorio y filetes del comercio obteniendo mejores coeficientes de determinación usando los filetes del comercio, quizá porque estos tuvieron un rango más amplio de valores de humedad, del 63.36 % al 75.54 % con un R^2 de 0.96 y un error estándar de la calibración (SEC) de 0.46.

Tøgersen et al. (1999) utilizaron para la calibración carne de bovino y porcino que variaron en su contenido en humedad del 58.40 % al 74.70 % en 106 muestras analizadas con un error estándar del método de referencia de 0.16. La calibración utilizando todo el lote de muestras obtuvo un coeficiente de correlación de 0.88 y de 0.92 a 0.94 en la predicción.

Oliván (1999) utilizó carne de bovino con un porcentaje de humedad del 70.3 al 70.5, tomando los espectros en dos tipos de cápsula obteniendo coeficientes de determinación de 0.75 y 0.70 con un error estándar de laboratorio de 0.2551 en el menor de los casos.

Utilizando reflectancia, Mitsumoto et al. (1991) utilizó un modelo de regresión múltiple con la segunda derivada del logaritmo de la inversa de la reflectancia para la predicción de la humedad en carne.

El intervalo de humedad de las muestras usadas fue amplio, con valores desde un 59.6 % al 75.5 % obteniendo en la calibración un coeficiente de correlación de 0.941 con un error estándar de calibración de 1.41.

Lanza (1983) usó treinta y seis muestras de carne para la predicción con un intervalo del 65.8 % al 75 % de humedad y tuvo un $r = 0.974$ con un error estándar de calibración de 0.45 y un error estándar de predicción de 0.52.

Hildrum et al (1999) obtuvieron coeficientes de correlación de 0.93 y 0.98 para la determinación de la humedad con un error estándar de predicción de 1.69 %.

El rango de contenido en **proteína** de las muestras utilizadas por Oh y Groklaus (1995) fue del 9.1 % al 21.7 % con una desviación estándar de 3.10. Obtuvieron un coeficiente de correlación en la predicción de 0.983 con un error estándar para la misma de 0.468.

Lanza (1983), en el grupo de 63 muestras utilizadas en la calibración tuvo un margen de contenido en proteínas de 17.8 % hasta el 23 % con una desviación estándar de 1.9 y un coeficiente de correlación de 0.974, con un error estándar de calibración de 0.45 y error estándar en la predicción (SEP) de 0.52.

Mitsumoto et al. (1991) utilizó 48 muestras que oscilaron en un contenido en proteína desde el 15.5 % hasta el 20.8 % con una desviación estándar de 1.3. El coeficiente de correlación múltiple para la calibración fue de 0.904 y su error estándar de 0.58.

Oliván (1999) obtuvo un coeficiente de determinación muy bajo, de 0.46 utilizando cápsulas grandes, con un grupo de validación de 64 muestras de entre 20.3 % a 24.3 % de proteína. Este rango es pequeño y tuvo una desviación estándar de 0.69, analizándose las muestras con un error estándar de laboratorio (SEL) de 0.2808.

Tøgersen et al. (1999) tuvieron un coeficiente de correlación de 0.72 en la calibración y de 0.85 a 0.90 en la predicción de la proteína en muestras de vacuno y cerdo utilizando 106 muestras para la calibración.

Estas muestras variaron su contenido en proteína desde el 15.60 % al 24.93 % con una desviación estándar de 0.28. La toma de espectros se realizó en un espectroscopio NIR montado en serie con una picadora.

La composición de las muestras de carne de Denoyelle y Cartier (1996) fue desde el 17.70 % al 22.37 % de proteína, y obtuvieron un R^2 de 0.82.

Hildrum et al. (1999) tuvieron coeficientes de correlación menores de 0.93 y un error estándar de predicción (SEP) de 0.35 a 0.75%.

Oh y Groenklaus (1995) obtuvieron un r de 0.983 usando la primera derivada y un coeficiente de correlación de 0.979 con la segunda. El error estándar de estimación fue de 0.483 % y de 0.436 % para la 1ª y la 2ª derivada respectivamente con unos SEP de 0.468 y 0.528.

El porcentaje de **grasa** en la carne también es un parámetro importante, puesto que influye en otras características de la carne como jugosidad, flavor y Mitsumoto et al. (1991) encontraron que estaba muy relacionada de forma positiva con la energía, y de forma negativa con la humedad de la carne.

Hildrum et al. (1999) obtuvieron coeficientes de correlación de entre 0.93 y 0.98 con unos errores de predicción de 0.82 % a 1.49 %.

Denoyelle y Cartier (1996) tuvieron un coeficiente de determinación entre el contenido en lípidos y las medidas del espectroscopio de 0.98 en 50 muestras en un rango muy amplio, de 1.40 % a 16.70 % de grasa.

Tøgersen et al. (1999) tuvieron coeficientes de correlación de 0.91 en la calibración y de 0.95 a 0.97 en la predicción. Estas muestras tuvieron una composición en grasa de 15.60 % a 20.45 % con una desviación estándar de 1.03 y un error estándar de laboratorio de 0.28.

Lanza (1983) usó muestras de carne en un rango muy amplio, del 3.1 % al 14.0 % de grasa en la calibración y algo más restringido (4.4 % -14.7 %) en la predicción, con desviaciones estándar de 2.6 y 3.4 respectivamente. Obtuvo un coeficiente de correlación en la calibración de 0.957 y en la predicción de 0.996, con un SEC de 0.21 y un SEP de 0.31, usando una regresión múltiple.

Oliván (1999) obtuvo mejor coeficiente de determinación utilizando una cápsula pequeña ($R^2=0.97$), aunque el error estándar de validación con esta cápsula fue mayor, y el del método de referencia, también (SEL=0.3220). El rango de valores de la composición fue de 0.42 % a 8.10 % con una desviación estándar de 2.01.

El mayor intervalo de valores fue el de las muestras de Mitsumoto et al. (1991) con una amplitud de valores desde 2.6 % a 22.4 % en el modo de reflectancia para 48 muestras. Su coeficiente de correlación fue de 0.965 con un SEC de 1.34.

Beck et al. (1991) en carne cruda obtuvo coeficientes de correlación de 0.92 y 0.99 en la calibración de 0.90 y 0.99 en la validación, siendo los mejores coeficientes y menores errores los de las muestras homogeneizadas. La amplitud del rango fue de unos diez puntos entre la máxima cantidad de grasa y la mínima.

Vemos que el análisis químico de la carne por espectroscopía NIR está bastante estudiado, y que ofrece, en la mayoría de los casos, resultados muy precisos para cualquier tipo de tratamiento matemático de los datos. Los resultados ofrecidos en este trabajo están acordes con los datos consultados en trabajos relacionados, apoyando la aptitud del método para este tipo de análisis.

4.2. ANÁLISIS INSTRUMENTAL.

Por medio de las máquinas de ensayo universal INSTRON (INSTRON Ltd; Reino Unido) se determinan una serie de parámetros que intentan definir la textura-dureza de la carne. La capacidad de la espectroscopía de infrarrojo cercano para medir estos conceptos no ha sido estudiada de forma tan intensiva como la composición química.

El parámetro más comúnmente medido es la fuerza de corte (Warner-Bratzler shear force o WBSF)

Park et al. (1998) utilizaron una regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) y la regresión lineal múltiple (MLR) para la predicción de la WBSF, obteniendo un coeficiente de determinación de 0.67 y un error estándar de calibración de 1.2 Kg utilizando seis factores; también se obtuvo un coeficiente de determinación de 0.67 con la regresión múltiple lineal.

Byrne et al (1998) realizaron la toma de espectros en carne a un día y a dos días *postmortem* consiguiendo un coeficiente de correlación de 0.79 en las muestras cuyo espectro se tomó el primer día y de 0.40 en las del segundo día. Se obtuvieron también unos errores estándar en la predicción de 0.53 y 0.79 para el primer y segundo día respectivamente.

Brøndum et al. (2000), comparando cuatro instrumentos espectroscopicos, utilizaron una regresión de minimos cuadrados parciales con los datos obtenidos para muestras de carne de cerdo. Midieron la capacidad de retención de agua como la perdida de agua después de dos dias en una bolsa de plástico y como el porcentaje de peso ganado de un papel de filtro.

Obtuvieron un coeficiente de correlación de 0.64 y un SEP de 2.43 para la CRA medida como perdida de agua, y un r de 0.62 con un error estándar de predicción de 16.01 para el otro método.

El uso de la espectroscopía NIR para la predicción de parámetros que definen la dureza de la carne es menos común que la predicción del análisis químico, y únicamente utilizan la WBSF.

La predicción de este tipo de parámetros nos da unos coeficientes de correlación altos, pero menos que para otro tipo de mediciones. La CRA es un concepto poco estudiado desde este punto de vista, pero que puede dar buenos resultados.

Los resultados conseguidos en este experimento coinciden con los encontrados en otros trabajos, indicando la capacidad de la espectroscopía de infrarrojo cercano para medir este tipo de parámetros.

Las muestras usadas para realizar una calibración deben ser iguales a las que se vayan a analizar más tarde, por lo que se intentará abarcar un intervalo de valores lo más amplio posible, utilizando un método de análisis de laboratorio lo más preciso posible y un gran número de muestras, para así mejorar la predictividad del modelo.

4.2.1.Relaciones entre los parámetros de la dureza.

Luño et al. (1999) encontraron correlaciones entre la carga máxima y la carga en el límite elástico de 0.954, algo mayor que nuestro 0.92. Entre la carga máxima y el esfuerzo máximo el coeficiente fue de 0.708, y el de la carga máxima con la dureza fue de 0.632, mientras que fueron mayores los coeficientes de correlación, de 0.97 y 0.94, obtenidos con las muestras usadas en el análisis NIR.

También fueron altos los coeficientes de correlación entre la dureza y el esfuerzo máximo, de 0.97 en nuestra experiencia y de 0.891 en la de Luño et al. (1999).

La carga en el límite elástico tuvo un coeficiente de correlación de 0.90 con el esfuerzo máximo y de 0.87 con la dureza, mientras que Luño et al. (1999) dieron valores de 0.691 y de 0.657, respectivamente.

Todos estos parámetros están muy relacionados entre sí, por este motivo, todos ellos ofrecen coeficientes de correlación altos en la predicción NIR.

VII. CONCLUSIONES

1. CARACTERIZACIÓN DE LAS SIETE RAZAS ESPAÑOLAS.

1.1. RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES.

La raza Asturiana de los valles presenta una ganancia media diaria y un crecimiento relativo medios, además de una ingestión de pienso media y un índice de conversión bajo.

Ofrece un rendimiento de la canal alto, así como una canal de muy buena conformación, muy poco engrasada y compacta. Esta canal es de una longitud media a corta, poco ancha, de pierna corta y de grandes dimensiones.

Se caracteriza por tener un gran porcentaje de carne, y poco hueso y grasa, dando una relación músculo-hueso alta y una relación grasa-hueso baja.

En porcentaje de canal obtuvo altos porcentajes de carne de todas las categorías.

La ternera de la raza Asturiana de los valles se caracteriza por tener una carne clara y de un color rojo pálido, acompañada de una grasa de color crema. La carne de añojo presenta una carne menos clara que la de ternera pero de un color más saturado, y de una grasa más clara y blanca.

1.2. RAZA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA.

Esta raza tiene un crecimiento relativo y una ganancia media diaria medios. La ingestión de pienso fue media tendiendo alta y su índice de conversión fue medio.

El rendimiento canal de esta raza es de medio a bajo, con una buena conformación y un engrasamiento medio-alto.

La canal es de una longitud media-grande, ancha, con piernas de longitud media y pequeñas dimensiones en general. Esta canal es poco compacta, y se compone de poco músculo, mucha grasa y bastante hueso.

Tiene un porcentaje de grasa pélvica y renal medio-alto con una relación músculo-hueso media y una relación grasa-hueso alta.

Su lomo tiene poco área y el perímetro de su fémur es medio. También son medios los porcentajes de carne de cada categoría comercial.

La raza Avileña-Negra ibérica presenta en la categoría ternera una carne de color rojo pálido y menos luminosa que la carne de ternera de razas cárnicas, junto con una grasa

luminosa y crema, mientras que la carne de añojo es menos clara y de rojo saturado. La grasa de añojo es blanca y clara.

1.3. RAZA MORUCHA.

Aunque no llega a haber diferencias significativas, esta raza se destaca por tener la ganancia media diaria y el crecimiento relativo más bajo de todas.

Tiene una ingestión de pienso alta y un índice de conversión alto. El rendimiento canal es bajo, dando una canal de mala conformación y muy engrasada, así como poco compacta.

Esta canal es larga, ancha con una pierna de longitud media y dimensiones medias, con un perímetro de pierna pequeño.

La superficie del lomo es pequeña y el perímetro de su fémur, medio.

Su canal se compone de un porcentaje de carne bajo, el mayor de grasa y un porcentaje de hueso alto.

Esta canal ofrece un porcentaje medio a bajo de Extra, 2ª y 3ª, y bajo de 1ª.

A las 24 horas del corte, la carne de Morucha es de color pálido y algo menos clara que otras, con grasa clara y de color crema. La categoría añojo presenta un corte de claridad inferior y de color saturado, además de una grasa blanca.

1.4. RAZA PARDO ALPINA.

Esta raza se caracteriza por tener una ganancia media diaria media y el crecimiento relativo más alto en la categoría de añojo. Su ingestión de pienso es media-alta con un índice de conversión alto.

Su rendimiento canal es medio-bajo con una conformación de Buena a Muy buena y una canal poco cubierta de grasa, de compacidad media.

La canal es de una longitud y anchura medias, con una pierna corta de dimensiones medias, con un porcentaje de músculo no muy alto y un porcentaje de hueso alto. La relación músculo-hueso y la relación grasa-hueso medias.

En cuanto a la categoría comercial, se mantiene con porcentajes medios en todas ellas.

La superficie del lomo es pequeña a media con un perímetro de fémur grande.

Esta raza presenta en sus canales una grasa de claridad media para la categoría de ternera, y de color crema, mientras que la grasa de las canales de añojo es más clara y blanca. La carne de ternera de Pardo alpina es de un color rosa, mientras que la de añojo es de un color más saturado y menos clara.

1.5. RAZA PIRENAICA.

Esta raza, junto a Pardo alpina, se caracteriza por mantener en todas las características estudiadas valores medios entre las razas más rústicas y las menos rústicas. Por esto, su ganancia media, su crecimiento relativo, ingestión de pienso, índice de conversión, rendimiento canal son medios.

Las canales de esta raza tienen una conformación muy buena y un estado de engrasamiento medio-alto, y son de una compacidad media. Constan de una pierna corta.

En la composición de la canal, y en las relaciones entre tejidos, también queda con valores medios, y también en los porcentajes de categoría comercial.

La ternera de la raza Pirenaica presenta una carne clara y de color rojo pálido, así como una grasa subcutánea de color crema y clara. La carne de añojo es menos clara y de muy saturada. La canal de añojo tiene una grasa de color blanco y más clara.

1.6. RAZA RETINTA.

Esta raza obtuvo crecimientos medios, acompañados de una ingestión de pienso elevada y de un índice de conversión alto.

La canal de esta raza es muy larga y ancha, con la pierna larga, aunque poco profunda y ancha. El rendimiento canal es muy bajo, y la conformación es Menos buena. La canal está bastante engrasada, cubierta casi enteramente.

Tiene porcentajes altos de hueso y grasa, y por lo tanto, bajo de músculo. Esto hace que tenga una relación músculo-hueso baja y relación grasa-hueso media.

Obtiene porcentajes bajos de todas las categorías comerciales, expresadas en porcentaje de canal.

La raza Retinta presenta una carne de ternera de claridad media y de color rojo pálido, y una carne de añojo menos clara y de color rojo saturado. La grasa subcutánea de la canal de ternera es de color crema y la de añojo es más blanca y clara.

1.7. RAZA RUBIA GALLEGA.

Rubia gallega tiene una ingestión de pienso baja y un índice de conversión medio, lo que le hace tener una ganancia media diaria y un crecimiento relativo medios.

El rendimiento de la canal es alto y su canal tiene una conformación muy buena y muy poco engrasada. Esta canal se caracteriza por que es muy compacta, de longitud media y poco ancha, de pierna corta y de grandes dimensiones. La superficie de su lomo es grande.

Esta canal se compone de un alto porcentaje de carne, y bajos de hueso y grasa, con una relación alta de músculo-hueso, y baja de grasa-hueso.

La carne de ternera de esta raza es algo menos clara que la de otras razas y es de color rojo pálido, la grasa de la canal de esta categoría es de color crema con una claridad media. La canal de añojo tiene una grasa clara y blanquecina, mientras que su carne es de color rojo y menos clara.

2. EFECTO DEL PESO DE FAENADO.

La ganancia media diaria es más alta cuando el animal es más joven, y también el crecimiento relativo, apareciendo diferencias entre razas a 550 Kg que no aparecían a menor peso.

La ingestión de pienso disminuye conforme el animal gana peso, y el índice de conversión aumenta, de forma que el animal se vuelve menos eficiente.

La conformación y el rendimiento canal son mejores en las canales de añojo que en las de ternera, salvo para las razas rústicas, Avileña, Morucha y Retinta, que no mejoran su conformación, o la mantienen.

Las canales pesadas presentan mayor engrasamiento que las ligeras, que están menos cubiertas, y son más compactas.

Las medidas de la canal son menores en las canales ligeras, así como la superficie del lomo, y el perímetro del fémur, que es mayor en canales de añojos y además con diferencias significativas entre razas, que a 300 Kg de peso vivo no existían.

Conforme la canal es más pesada, tiene un mayor porcentaje de grasa, menor de hueso, y el porcentaje de carne varía según razas. Por esto la relación grasa-hueso aumenta y la relación músculo-hueso aumenta ligeramente.

La grasa pélvica y renal es mayor en las canales de añojo, aunque en Asturiana de los valles y Rubia gallega fue casi el mismo.

Respecto al porcentaje de las categorías comerciales, en canales de ternera el porcentaje de Tercera es menor, el de Segunda es algo mayor que en añojo, mientras que el de Primera y Extra varía según razas.

El color de la carne de ternera a las 24 horas del corte (48 horas *postmortem*) fue más clara y de color más pálido que la de añojo, que fue de color rojo vivo y menos luminosa.

La grasa de ternera es de color crema o cérea, mientras que la grasa de añojo es más blanca.

3. CONCLUSIONES FINALES.

- Con el aumento de peso de faena, la ingestión de pienso disminuye y aumenta el índice de conversión. Además, en general, la ganancia media diaria y el crecimiento relativo disminuyen.

- En animales ligeros, existe una relación directa entre la conformación y la relación músculo-hueso, y una relación inversa entre la conformación y el porcentaje de hueso. Ambas relaciones desaparecen en animales pesados, ya que influye de manera importante el mayor engrasamiento.

- En el despiece comercial, el porcentaje de carne de la canal permite distinguir claramente varios grupos de razas. Las razas de mayor aptitud carnífera (Asturiana de los valles y Rubia gallega) presentan mayores porcentajes, y las razas de mayor rusticidad (Avileña, Retinta y Morucha), presentan los porcentajes más bajos de todas las categorías. Sin embargo estas diferencias entre grupos se mitigan si se expresan los porcentajes por categorías comerciales del total de carne.

- La carne de añojo es roja y más saturada que la de ternera, que es clara y de un color más pálido. Para cada peso de faena, existen diferencias significativas entre razas. No obstante, ya se sabe que el color del músculo evoluciona con el tiempo, y habría que elegir el índice idóneo para caracterizarlo.
- La grasa de añojo es más blanca que la de ternera, que tiene un color más saturado que la de añojo. Dentro de cada peso de faena, aparecen diferencias en algunos de los índices de color. Sin embargo, estas pequeñas diferencias carecen de valor desde un punto de vista comercial.
- La espectroscopía de infrarrojo cercano es una herramienta útil para analizar características de la carne, tanto químicas como las que definen la textura de la carne. Para obtener un modelo de calibración funcional hay que utilizar un gran número de muestras que oscilen en un rango amplio de valores para cada parámetro a medir, así como el mínimo error de laboratorio.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AGUADO, J.A.; GONZALEZ, E. (1997). Situación actual y perspectivas del subsector vacuno de carne en España. En: *Vacuno de carne: aspectos claves*. Ed. Mundiprensa. Madrid. pp 465-491.
- AGUADO, J.A.; GONZALEZ, E.; JIMENO, V. (1997). El sector vacuno de carne en el mundo y en la U.E. *Mundo ganadero*. **91**:30-35.
- AGÜERA, E.; MONTERDE, J. G; VIVO, J. (1986a). Piezas cárnicas de categoría especial y primera clase A. En: *Bases anatómicas, tecnológicas y comerciales de la carnización del vacuno*. Consejería de Sanidad y consumo. Junta de Extremadura. pp. 127-150.
- AGÜERA, E.; MONTERDE, J. G; VIVO, J. (1986b). Sistemática del despiece de la canla del vacuno: referencias anatómicas y piezas cárnicas. En: *Bases anatómicas, tecnológicas y comerciales de la carnización del vacuno*. Consejería de Sanidad y consumo. Junta de Extremadura. pp. 109-124.
- AGÜERA, E.; MONTERDE, J. G; VIVO, J. (1986c). Piezas cárnicas del vacuno: constitución anatómica. Algunos procedimientos de preparación comercial e identificación por su fileteado. En: *Bases anatómicas, tecnológicas y comerciales de la carnización del vacuno*. Consejería de Sanidad y consumo. Junta de Extremadura. pp. 125-126.
- AGÜERA, E.; MONTERDE, J. G; VIVO, J. (1986d). Piezas cárnicas de primera clase B y tercera categoría. En: *Bases anatómicas, tecnológicas y comerciales de la carnización del vacuno*. Consejería de Sanidad y consumo. Junta de Extremadura. pp. 151-176.
- ALBERTÍ, P. (1997). Sistemas de cebo en producción intensiva. En *Vacuno de carne: aspectos claves*. Ed Mundiprensa. pp. 315-329.

- ALBERTÍ, P.; LAHOZ, F.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J. L.; CAMPO, M. M.; PANEA, B. (1999). Características productivas de siete razas bovinas españolas. *Feagas*. **16**:26-34.
- ALBERTÍ, P.; CASTRO, P.; ALONSO, M.; ECHEGOYEN, E. (1979). Producción intensiva de añojos a partir de raciones basadas en forrajes de regadío. *Memoria CRIDA*. **03**.
- 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 Rubios gallegos. *Reunión para la presentación de resultados del proyecto INIA SC 93-053*. INIA- SIA DGA.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P. (1995a). El cebo de terneros con pienso. *Bovis*. **63**:43-51.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P. (1995b). El cebo de terneros con silo de maíz complementado con pienso. *Bovis*. **63**:65-74.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P. (1995c). El cebo de terneros con heno de alfalfa complementado con pienso. *Bovis*. **63**:53.63.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P.; LAHOZ, F.; OLLETA, J. L.; CAMPO, M. M. (1995d). Características de la canal y calidad de la carne de añojo de raza Retinta. *Archivos de zootecnia*. **44(166-167)**:283-293.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P.; LAHOZ, F.; JAIME, J.; TENA, R. (1993a). Calidad de la canal y de la carne de terneros cebados con dietas de paja tratada. *I.T.E.A., vol. Extra*, **12, tomo II**:640-642.
- ALBERTÍ, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P.; NEGUERUELA, I.; CONSIGLI, R.; SIERRA, I. (1993b). Representación en tres dimensiones del color de la carne de bovino y su relación con otras carnes. *I.T.E.A., vol. Extra*, **12(II)**:643-645.

- ALLEN, P. (1991). El concepto C.E.E. Calidad de carne de vacuno. *Mundo ganadero*. **5**:41-47.
- ALONSO, L. (1992). Raza Asturiana de los Valles. *Eurocarne*. **6**:69-93.
- BARRIADA, M. (1995a). Variables que determinan la calidad de la canal y de la carne de vacuno. *Bovis*. **66**:95-111.
- BARRIADA, M. (1995b). Efecto del manejo post-destete y peso de sacrificio en las características de la canal y calidad de la carne de terneros de la Raza Asturiana de los Valles. *Tesis Doctoral. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria*. Asturias.
- BARRIADA, M.; CASTRO, P.; MARTÍNEZ, A.; OSORO, K. (1993a). Efecto del sistema de alimentación y del peso de sacrificio sobre las características de la canal de añojos de raza Asturiana de los valles. *ITEA. vol. Extra*. **12(II)**:631-633.
- BARRIADA, M.; CASTRO, P.; MARTÍNEZ, A.; OSORO, K. (1993b). Efecto del sistema de alimentación y del peso de sacrificio sobre las características de la carne de añojos de raza Asturiana de los valles. *ITEA. vol. Extra*. **12(II)**:634-656.
- BARTHOLOMEW, D. T.; OSUALA, C. I. (1988). Use of the InfraAlyzer in proximate analysis of mutton. *Journal of food science*. **53(2)**:379-382.
- BARTON (1985), citado por LUNA, A. (1994). Praderas permanentes del Pirineo central. *Tesis*. Universitat de Lleida.
- BARTON, R. A. (1970). Consumer preferences and the classification and grading of beef carcasses. New Zealand beef production processing and marketing. *N.z. Institute of Agricultural Science*. pp. 423-443.

- BECK, G.; DÜRR, R.; EICHINGER, H. (1991). Reflectance measurements in the visible and near infrared range for the determination of different beef meat qualities. En: *Proceedings of 37th International Congress of Meat Science and Technology*. Kulmbach, Germany, 1991.
- BENITO, J.; LOPEZ DE TORRE, G. ; MARTIN, M.; VASCO, P.; FERRERA, J. L. (1979). Comparación entre el cebo de terneros en establo y el cebo en praderas con suplementación a base de sorgo expandido. *Anales del INIA. Serie: Producción animal*. **10**:159-166.
- BENITO, J.; LOPEZ DE TORRE, G. ; VASCO, P.; FERRERA, J. L. (1982). Efecto del cruzamiento industrial y la semicastración en los resultados del cebo de terneros. *Anales del INIA. Serie: Ganadera*. **15**:19-24.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. (1978). Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. pp. 16-92, 185-222, 250-281. *Ed. Acribía*. Zaragoza.
- BERIAIN, M. J.; LIZASO, G. (1997). Calidad de la carne de vacuno. En: *Vacuno de carne aspectos claves*. Ed. Mundiprensa. Madrid. pp 493-510.
- BISTON, R.; DARDENE, P. (1985). Application de la spectrométrie de réflexion dans le proche infra-rouge. Previsión de la qualité des fourrages en vue de leur exploitation rationnelle. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*. **20(1/2)**:23-41.
- BJARNO, O. C. (1982). Multiple analysis of meat products by infrared spectrophotometer: Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **65**:696.
- BLANCO, M. (1998). Estudio comparativo de los parámetros productivos: ganancia media diaria, ingestión de pienso e índice de conversión de terneros de las razas Asturiana de los Valles, Avileña, Morucha, Parda Alpina, Pirenaica, Retinta y Rubia Gallega. *Trabajo Fin de Carrera. Ingeniería Técnica Agrícola*. Huesca.

- BOCCARD, R.; BORDES, P. (1986). Características cualitativas y tecnológicas de las carnes bovinas: Influencia de los factores de producción. *Producción de carnes bovinas*. INRA, París. pp. 61-84.
- BOURNE, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*. **32**:62.
- BRØDUM, J.; MUNCK, L.; HENCKEL, P.; KARLSSON, A.; TORNBERG, E.; ENGELSEN, S. B. (2000). Prediction of water-holding capacity and composition of porcine meat by comparative spectroscopy. *Meat science*. **55(II)**:177-185
- BUTLER, O. D.; WARMICK, B. L.; CARTWRIGHT, G. M. (1956). Effects of castrating lamb growth and body composition. *Animal Production*. **6**:291.
- BUXADÉ, C. (1997a). Consecuencias de la reforma de la O.C.M. de vacuno de carne. *Mundo ganadero*. **94**:26.
- BUXADÉ, C. (1997b). El reto de la ganadería en el futuro. *Mundo ganadero*. **94**:4.
- BUXADÉ, C. (1997c). El subsector vacuno de carne a nivel mundial y de la U.E. (U.E.-15). En: *Vacuno de carne: aspectos claves*. Ed. Mundiprensa. Madrid. pp 23-36.
- BYRNE, C. E.; DOWNEY, G.; TROY, D. J.; BUCKLEY, D. J. (1998). Non-destructive prediction of selected quality attributes of beef by near-infrared reflectance spectroscopy between 750 and 1058 nm. *Meat science*. **49**:399-409.
- CABRERO, M. (1991a). Clasificación y categorización de cortes en canal. *Bovis*. **39**:29-42.
- CABRERO, M. (1991b). La estructura y la composición de la canal como determinantes de su calidad. *Bovis*. **38**:9-37.

- CABRERO, M. (1991c). Factores que definen las características cualitativas de la carne. *Bovis*. **38**:39-70.
- CARBALLO, J. A.; CALVO, C.; FERNANDEZ, B.; MONTSERRAT, L.; SÁNCHEZ, 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. Vol. Extra*. **18(II)**:757-759.
- CARBALLO, J. A.; MONTSERRAT, L.; SÁNCHEZ, L. (2000). Calidad de la canal de terneros Rubio gallego. *Bovis*. **92**:55-64.
- CIE (1976). Commission Internationale de L'Eclairage. 18th session. CIE publication, 36.
- CIMA, M. (1996). Biochemistry of meat hydration. *Advanced food research*. **10**:355-463.
- COLOMER-ROCHER, F. (1992). El caracter conformación en los bovinos y sus determinantes biológicos. *Jornadas sobre tecnología de valoración de canales y carnes y defensa de la calidad de los productos ganaderos*. Feria internacional ganadera 5º centenario. ZAFRA, 92.
- COLOMER-ROCHER, F.; BASS, J. J.; JOHNSON, D. L. (1980). Beef carcass conformation and some relationships with carcass composition and muscle dimensions. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. **94**:697.
- CROUSE, J. D.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S. D. (1991). The relationship of muscle fiber size to tenderness of beef. *Meat science*. **30(4)**:195-302.
- DAVIES, A. M. C.; GRANT, A. (1987). Review: Near-infrared analysis of food. *International journal of food science and technology*. **22(3)**:191-208.
- 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. *Livestock Production Science*. **1**:151-164.

- DELFA, R. (1994). La canal: Calidad, factores biológicos. *Curso de clasificación de canales de vacuno pesado*. Zaragoza, 23-24 Noviembre, 1994.
- DENOYELLE, C.; CARTIER, P. (1996). Measure de la composition de la viande hacée par spectrophotometrie en proche infrarouge. *Viandes Prod. Carnés*. **17(5)**:191-196.
- DENOYELLE, C.; JABETS, S. (1997). Objective measurements of beef meat color. En: *Proceedings of 43rd International Congress of Meat Science and Technology*. Auckland, New Zealand, 1999.
- DI MARCO, O. N. (1993) Crecimiento y respuesta animal. *Asociación Argentina de Producción Animal (AAPA)*.
- DIOS, M.; VARELA, A.; MONTSERRAT, L.; SÁNCHEZ, L. (2000). Comportamiento de la raza Rubia gallega en el cruzamiento industrial. *Bovis*. **92**:42.52.
- DUGAN Jr., L. R. (1994). Química de los tejidos animales. En: *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. (Ed. Price, J.F.; Schweigert, B.S.). Ed. Acribía S.A. Zaragoza. pp 93-102.
- ESPEJO, M.; GARCÍA, S.; IZQUIERDO, M. (1995). Resultados de 25 años de investigación en Extremadura sobre el ganado vacuno de raza Retinta. (Twenty five years results of research on Retinto beef cattle in Extremadura). *Archivos de zootecnia*. **44(166-167)**:267-281.
- FEARN, T. (1999). A look at some standard pretreatments for spectra. *NIRnews*.**10(3)**:10-11.
- FISHER, A. V. (1990). A review of factors affecting composition in cattle. *41th Annual meeting of the European Association for Animal Production*. Toulouse, France. 8-12, Julio.

- FOX Jr., J. B. (1994). Los pigmentos de la carne. En: *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. (Ed. Price, J. F.; Schweigert, B. S.). Ed. Acribía S.A. Zaragoza. pp 175-189.
- FRANCO, J. B. (1997). Características productivas, calidad de la canal y calidad instrumental de la carne de siete razas bovinas españolas. *Master of science*. Zaragoza, mayo 1997.
- GARCÍA, L. J.; BARTOLOMÉ, P. (1995). Evolución de las pruebas de valoración de raza Retinta realizadas en el CENSYRA de Badajoz. *Archivos de zootecnia*. **44(166-167)**:151-157.
- GARCÍA, M. A.; MARTINEZ, S.; OROZCO, F. (1990). Guía de campo de las Razas Autóctonas de España. *Editorial Alianza*. Madrid, 1990.
- GARRIDO, A. (1999). Current and future applications of NIRS technology in the feed industry. *Advanced seminar of NIRS technology for the evaluation of agricultural products*. 12-16 April, 1999. Córdoba.
- GONZALEZ, E.; GIMENO, V. (1996). La canal en el vacuno de carne. En: *Producción vacuna de leche y carne*. pp. 303-317. Ed. Mundiprensa. Madrid.
- GONZALEZ, M.F. (1986). Estructura e interrelaciones genéticas de siete razas bovinas autóctonas españolas, estimadas mediante diez sistemas genéticos sanguíneos. *Resumen de Tesis Doctoral*. Universidad de León.
- GRAU, R.; HAMM, R. (1953). A simple method for determination of water binding in muscles. *Naturwissenschaften*. **40**:29.
- GUERRERO, L.; GUARDIA, M. D. (1999). La medida de las propiedades mecánicas en la carne y en los derivados cárnicos. *Eurocarne*. **74**:41-49.

- HAMM, R. (1960). Biochemistry of meat hydration. *Advanced food research*.**10**:355-463.
- HAMM, R. (1986). Muscle as food. (Ed. Bechtel, P. J.). Academic Press, New York.
- HAMMOND, J. (1952). Objective tests form quality in meat. *Ann. Nutr.* C119-131, París.
- HERRERO DE FRUTOS, V. (1984). Prueba experimental en vacuno de cebo. *Avances en alimentación y mejora animal*. **XXV(8-9)**:367-369.
- HILDRUM, K. J.; NILSEN, B. N.; TØGERSEN, G.; RØDBOTTEN, R.; ISAKSOON, T. (1999). Near infrared spectroscopy in the prediction of meat quality. *New developments in guaranteeing the optimal sensory quality of meat. International Symposium*. Madrid, 5-7 Mayo, 1999.
- HILDRUM, K.I.; NILSEN, B.N.; MIELNIK, M.; NÆS, T. (1994). Prediction of sensory characteristics of beef by near-infrared spectroscopy. *Meat science*. **38**:67-80.
- I.S.O. (1992). Sensory Analysis. *Vocabulary*. **ISO 5492**:1-36.
- I.T.G.G. (INSTITUTO TECNICO Y DE GESTION GANADERO) (1999). El sistema de clasificaciones de canales bovinas. Pamplona.
- IBAÑEZ, M.; MAS, B. (1997). Razas bovinas autóctonas de interés. En: *Vacuno de carne: aspectos claves*. Ed. Mundiprensa, Madrid. . pp. 115-134.
- ISUSKIZA, Z. (1998). Evolución del tamaño y del número de adipocitos de terneros de raza Asturiana, Parda alpina y Pirenaica durante su crecimiento y cebo. *Trabajo Fin de Carrera de Ing. Agrónomo. Univ. Pamplona*.
- JARRIGE, R. (1981). Capacidad de ingestión del ganado vacuno. Alimentación de los rumiantes. pp. 634-653. *INRA. Ed. Mundiprensa*. Madrid.

- JIMENO, V.; BUXADE, C.; GONZALEZ, E. (1997). Producción intensiva de vacuno de carne. En: *Vacuno de carne: aspectos claves*. Ed. Mundiprensa. Madrid. pp. 256-269.
- JORDANA, J.; PELEGRÍN, M.; PIEDRAFITA, J. (1991). Relaciones genéticas en bovinos Españoles obtenidas a partir del estudio de caracteres morfológicos. *I.T.E.A.* **87A(1)**:50-64.
- KAUFFMAN, R. G. (1968). How should quality, quantity and production characteristics be weighted? *Proc. Recip. Meat Conf.* **21**:273-283.
- KAUFFMAN, R.; MARSH, B.B. (1994). Características de calidad del músculo como alimento. En: *Ciencia de la carne y los productos cárnicos*. (Ed. Price, J.F.; Schweigert, B.S.). Ed. Acribía S.A. Zaragoza. pp 317-336.
- KEMPSTER, A. J.; HARRINGTON, G. (1980). The value of "fat-corrected" conformation as an indicator of beef carcass composition within and between breeds. *Livestock Production Science.* **7**:361.
- LANZA, E. (1983). Determination of moisture, protein, fat and calories in raw pork and beef by near infrared spectroscopy. *Journal of food science.* **48**:471-474.
- LAWRIE, R.A. (1950). Some observations on factors affecting myoglobin concentrations in muscle. *Journal of agric. science.* **40**:356.
- LAWRIE, R.A. (1967). *Ciencia de la carne*. Ed. Acribía. S.A. Zaragoza.
- LEPETIT, J.; CULIOLI, J. (1991). Mechanical properties of meat. *Meat science.* **36**:203-237.

- LIZASO, G.; BERIAÍN, M. J.; PURROY, A.; HUARTE-MENDICOA, J.; HERNÁNDEZ, B.; CHASCO, J. (1997). Calidad de la carne de terneros machos de raza Pirenaica y su evolución durante la maduración. *ITEA. Vol. Extra.* **18(II)**:772-774.
- LÓPEZ DE TORRE, G.; SERRANO, M. I.; RODERO, A.; MORENO, M.; JIMENEZ, J. M.; GARCÍA, L.; SALADO, J. (1994). Mejora genética del ganado vacuno Retinto. *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria*. MAPA. Pp.50-51.
- LUITING, H. C. (1962). Developmental changes in beff steers as influenced by fathening, age and type of ration. *Journal of Agricultural Science, Cambridge.* **58**:1.
- LUNA, A. (1994). Praderas permanentes del Pirineo central. *Tesis*. Universitat de Lleida.
- LUÑO, M.; BELTRAN, J. A.; JAIME, I.; RONCALES, P. (1999). Textural assesmente of clembuterol treatment in beef. *Meat science.* **54**:297-303.
- MAFF (1975). Energy allowaces and feeding systems for ruminants. *Ministry of Agriculture, Fisheness and Food*. Technical bulletin 33. London.
- M.A.P.A. (1993). Boletín mensual de estadística. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. *Secretaría General Técnica*.
- MAMAQI, E. (1996). Influencia de la raza de terneros y del tipo de pienso en los parámetros productivos y en la calidad de la carne. *Tesis Master of Science*. C.I.H.E.A.M. Zaragoza, Abril 1996.
- MANRIQUE, E.; REVILLA, R.; OLAIZOLA, A.; BERNUÉS, A. (1992). Los sistemas de producción de vacuno en montaña y su dependencia del entorno. *Bovis*. Junio.
- MARTÍN, T. G.; ALENDA, R.; CABRERO, M. (1993a). Predicción de la composición de la canal en las razas de ganado vacuno Rubia gallega y Asturiana. I. Por la calificación de la canal. *Invest.. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* **8(1)**:55-63.

- MARTÍN, T. G.; ALENDA, R.; CABRERO, M. (1993b). Predicción de la composición de la canal en las razas de ganado vacuno Rubia gallega y Asturiana. II. Por simples medidas en la canal. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* **8(1)**:65-75.
- MATA, C.; APARICIO, F. (1985). Estudio de las características cuantitativas en canales bovinas de ganado Retinto y Charolés por Retinto. *Avances en alimentación y mejora animal.* **XXVI(3)**:175-180.
- MITSUMOTO, M.; MAEDA, S.; MITSUHASHI, T.; OZAWA, S. (1991). Near-infrared spectroscopy determination of physical and chemical characteristics in beef cuts. *Journal of food science.* **56**:1493-1496.
- MONTSERRAT, L.; SANCHEZ, L.; FERNANDEZ, A.; VIANA, J. L.; DE LA CALLE, B. (1997). Efecto del sistema de manejo en la producción de la clase ternero de la denominación específica de ternera gallega. I. Ritmo de crecimiento. *ITEA.* **18**:209-211.
- MUÑOZ, M^a. T. (1978). Estudio de los parámetros que definen las características cualitativas y cuantitativas de las canales bovinas. *C.I.H.E.A.M.* Zaragoza, mayo 1978.
- NÆS, T.; BAARDSETH, P.; HELGESEN, H.; ISAKSSON, T. (1996). Multivariate techniques in the analysis of meat quality. *Meat science.* **43(s)**:s135-s149.
- NAUMAN, H. D. (1965). Evaluation and measurement of meat quality. En: G. W. Irving Jr. and S. R. Hoover (Ed.). Food quality. Pub. 77. *American Ass. for the Advanced of Science*, Washington, D. C.
- NIRSYSTEMS (1985). Operator's manual for the compscan system. *Vol. II. Theory.* NIRSystems, Inc., Silver Spring., M.D.

- NORRIS, K. H.; BARNES, R. F.; MOORE, J. E.; SHENK, J. S. (1970). Predicting for age quality by infrared reflectance spectroscopy. *Journal of animal science*. **43**:889.
- OH, E.; GROBKLAUS, D. (1995). Measurement of the components in meat patties by near infrared reflectance spectroscopy. *Meat science*. **41(2)**:157-162.
- OLAIZOLA, A.; MAZA, M. T.; MANRIQUE, E. (1991). Economic factors which determine the differentiation of cattle production systems in mountains areas. *42nd Ann. Meeting of EAAP*. Berlin, 12pp.
- OLIVAN, M^a. C. (1999). Utilización de la espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS) para la predicción de la calidad de la carne. *Cárnica 2000*. Noviembre, 1999.
- OLSINA, J. (1997). Estudio de los parámetros que definen las características cualitativas y cuantitativas de las canales bovinas. *C.I.H.E.A.M. Zaragoza*, junio 1977.
- OSORO, K.; MARINEZ, A.; CASTRO, P. (1957). Estrategias de manejo en pastoreo y ganancias post-destete de terneros procedentes de razas de cría. *I.T.E.A.* pp. 281-283.
- OZAWA, S.; MITSUHASI, T.; MITSUMOTO, M.; MATSUMUTO, S.; ITOH, P.; ITAGAKI, K.; KOHNO, Y.; DOHGO, T. (2000). The characteristics of muscle fiber types of *Longissimus torathis* muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. *Meat science*. **54**:65-70.
- PARK, B.; CHEN, Y. R.; HRUSCHKA, W. R.; SAHCKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. (1998). Near infrared spectroscopy as a meat quality indicator. En: *Proceedings of 43rd International Congress of Meat Science and Technology*. Auckland, New Zealand, 1997.
- PASCUAL, F. (1991). Calidad de carne de vacuno. El concepto España. *Mundo ganadero*. **5**:35-39.

-
- PRADAL, M. (1989). Produire de la viande bovine aujourd'hui. *Technique et Documentation-Lavoisier*. Paris. pp. 29-36.
- PRESCOTT, J. H. D.; HINKS, C. E. (1968). System of management and carcass quality of steers. *Univ. New Castle Dep. Agric. Market, Rep.* 8.
- PRESTON, T.R.; WILLIS, M. B. (1970). Intensive beef production. *Pergamon Press*. Oxford.
- PRICE, M. A. (1995). Development of carcass grading and classification systems. En: *Quality and grading of carcasses of meat animals*. De. Morgan Jones. CRC Press.
- RENAND, G. (1995). Genetic determinism of carcass and meat quality in cattle. En: *Curso superior de producción animal*. I.A.M.Z.
- RENERRE, M. (1982). La couleur de la viande et su mesure. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix*. 47:47.
- RENERRE, M. (1986). Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la conteur de la viande bovine. *Bull. Tech. I.N.R.A. Theix*. 65:41-45.
- RENERRE, M.; LABAS, R. (1987). Biochemical factors influencing metamioglobin formation in beef muscles. *Meat science*. 19:151-165.
- RENERRE, M.; VALIN, C. (1979). Influence de l'âge sur les caractéristiques de la couleur des viandes bovines de la race Limousine. *Ann. Tech.* 28:319.
- REVILLA, R. (1997). Comportamiento de animales domésticos en pasatos de zonas comunales. En: *Aprovechamiento agroambiental de pastos comunales*. A.S.E.A.V.A. pp. 213-221.

- REVILLA, R.; MANRIQUE, E. (1988). Sistemas ganaderos de montaña. Los Pirineos Centrales. *Agricultura y Sociedad*. **45**:138-146.
- ROBELIN, J.; TULLOH, H. N. (1992). Patterns of growth of cattle. En: *Beef cattle production*. World Animal Science. Elsevier, Amsterdam. pp. 111-129.
- RODRÍGUEZ, A. A. (1995). Las explotaciones de vacuno: el caso de Asturias. Evolución de la estructura productiva. *Mundo ganadero*. N° **10**, octubre, 1985.
- ROSALES, M. (1993). Uso de la información espectroscópica *per se* en la evaluación de la calidad de productos agrícolas. *Trabajo de fin de carrera*. Universidad de Córdoba.
- S.A.S. (1985) STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. User's guide: Basics, version 5. *Edition (1985)*. S.A.S. Institute Inc., Cary, N.C.
- SAINZ, R. D.; DE LA TORRE, F. (1993). Carne de añojo: conformación, calidad y color. Nutrición y aditivos alimentarios. *Mundo ganadero*. **10**:43-52.
- SANCHEZ BELDA, A. (1984). Razas bovinas españolas. *Publicaciones de Extensión Agraria*. Madrid, 1984.
- SANCHEZ BELDA, A. (1986). En: Catálogo de razas autóctonas españolas. II. Especie bovina. M.A.P.A. *Dirección General de la Producción Agraria*. Madrid.
- SÁNCHEZ, L.; MONTSERRAT, L.; BREA, T.; DIOS, A.; IGLESIAS, A. (1997). Acabado a diez meses de terneros Rubio gallego y Rubio gallego x Holdsteinen sistemas extensivos. I. Ritmo de crecimiento. *ITEA*. **18**:206-208.
- SÁNCHEZ, L.; SUEIRO, R. M.; VALLEJO, M. (1992). Crecimiento y características de la canal en añojos de la raza Rubia gallega. Rendimientos y composición de la canal. *Archivos de zootecnia*. **41(153)**:239-255.

- SANZ, E. (1995). Producción de carne de vacuno. Factores para la obtención de un producto de calidad. *Mundo ganadero*. **2**:36-43.
- SAÑUDO, C. (1991). La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. En: *Area: El producto final*. III curso internacional sobre producción de ganado ovino. SIA-DGA.
- SAÑUDO, C.; ALBERTÍ, P.; CAMPO, M. M.; OLLETA, J. L. ; PANEA, B. (1998). Calidad instrumental de la carne de bovino de siete razas españolas. *Archivos de zootecnia*. **48**:397-402.
- SAÑUDO, C.; CAMPO, M. M. (1997). Calidad de la canal por tipos. En: *Vacuno de carne: aspectos claves*. Ed. Mundiprensa. Madrid. pp. 465-491.
- SAÑUDO, C.; SIERRA, I. (1986). Calidad de la canal en la especie ovina. En: *Esclusivas ONE*. pp. 127-153.
- SEEBECK, R. M.; TULLOH, N. H. (1986). The representation of yield of dressed carcass. *Animal Production*. **8**:281-288.
- SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; ROHRER, G. A.; SAVELL, J. W. (1994a). Heritabilities, phenotypic and genetic correlations for bovine post-rigor calpastain activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield, and growth rate. *Journal of animal science*. **72**:857-863.
- SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; DIKEMAN, M.E. (1994b). Effects of biological type of cattle on incidence of dark, firm and dry condition in de *Longissimus muscle*. *Journal of animal science*. **72**:337-343.

- SHACKELFORD, S. D.; PURSER, D. C.; SMITH, G. C.; GRIFFIN, C. L.; STIFFLER, D. M.; SAVELL, J. W. (1992). Lean color characteristics of bullock and steers beef. *Journal of animal science*. **70(2)**:465-469.
- SIERCO, C. (1998). Estudio comparativo de diferentes tipos de raciones de cebo de terneros machos de las principales razas bovinas españolas. Parámetros productivos y costes de producción. *Trabajo fin de carrera*. Huesca.
- SIERRA, I. (1997). Consideraciones previas. Base animal. En: *Vacuno de carne: aspectos claves*. Ed. Mundiprensa. Madrid. pp107-114
- SOTILLO, J.L.; SERRANO, V. (1985). Producción animal. I. Etnología y Zootecnia. Madrid.
- STODT, .(1952). Vorschlag zurvereinheitlung des fetthestlung in lebbers mittein. *Fetten Steifen*. **54**:266-267.
- TØGERSEN, G.; ISAKSOON, T.; NIELSEN, B. N.; BAKKER, E.A.; HILDRUM, K. I. (1999). On line NIR analysis of fat, water and protein in industrial scale ground meat batches. *Meat science*. **51**:97-102.
- TOURAILLE, C. (1990). Organoleptic qualities of beef meat, influence of biological and technological factors. *42nd Annual meeting of th European Association for Animal Production*. Satellite Symposium.
- THONNEY, M. L.; HEIDE, E. K.; DUHAIME, D. J.; NOUR, A. Y. M.; OLTENACU, P. A. (1981). Growth and feed efficiency of cattre of different mature sizes. *Journal of animal science*.**53(2)**:354-362.
- VALLEJO, M. (1992). Calidad de la canal y de la carne. *Bovinotecnia*. **7**:312-341.
- VALLEJO, M.; ALONSO, L.; REVUELTA, J. R.; CIMA, M.; CAÑÓN, J. (1991). Características de las canales de las razas bovinas Asturianas . I. Bases cuantitativas de la valoración subjetiva. *Archivos de Zootecnia*. **40**:335-357.

- VALLEJO, M.; GUTIÉRREZ, J. P.; CIMA, M.; CAÑÓN, J.; ALONSO, L.; REVUELTA, J. R.; GOYACHE, F. (1992). Características de las canales de las razas bovinas Asturianas. II. Valoración cuantitativa y predicción de la composición tisular de canales en la raza Asturiana de los Valles. *Archivos de Zootecnia*. **42**:29-40.
- VALLEJO, M.; IGLESIAS, A.; SANCHEZ GARCÍA, L.; GONZALEZ, P.; TUÑÓN, M.J. (1990). Variabilidad genética y relaciones filogenéticas de trece razas bovinas autóctonas Españolas. *Archivos de Zootecnia*. **39**:197-210.
- VANDENBERGHE, N.; RUEDA, V.; ROUCO, P. F. (1988). Relaciones de calidad/precio y niveles de renta en el carne de vacuno. *Cárnica 2000*. **49-50**:27-29. Enero-Febrero.
- WEBSTER, A. J. F. (1989). Biogenetics, bioengineering and growth. *Animal production*. **48(2)**:249-269.
- ZEA, J.; DIAZ, M^a.D. (1991a). La calidad de la carne en relación con los sistemas de producción. *Bovis*. **39**:45-57.
- ZEA, J.; DIAZ, M^a.D. (1991b). Influencia de los sistemas de producción sobre la calidad de la canal. *Bovis*. **39**:29-42.
- ZEA, J.; GÁLVEZ, J. F. (1980a). Crecimiento y eficacia en relación con dos pesos de sacrificio. *Anales del INIA. Serie: Producción Animal*. **11**:31-41.
- ZEA, J.; GÁLVEZ, J. F. (1980b). Crecimiento y eficacia alimenticia del ganado Rubio gallego en relación con el frisón y sus cruces. *Anales del INIA. Serie: Producción Animal*. **11**:43-53.
- ZIEGLER, P. T. (1968). The meat we eat.(9^a ed.) *The interstate printers and publishers, Inc.*, Danville, Illinois.