

III. MATERIAL Y MÉTODOS

III.1. MATERIAL

III.1.1. MATERIAL ANIMAL

Este trabajo ha sido realizado a partir del análisis de los datos obtenidos de 60 cabritos Criollos, 30 machos y 30 hembras. Los animales presentaron un peso de entre 10 a 15 kg de peso y de 60 a 90 días de vida.

Los cabritos provienen de 5 establecimientos de la región pertenecientes al departamento de Río Cuarto (zona suroeste) dentro de la provincia de Córdoba (Figura 21), como se detalla en la Tabla 6. La explotación caprina es la actividad principal en algunos de ellos y en otros es secundaria a otras actividades agropecuarias.

Tabla 6.- Establecimiento: procedencia y actividad.

Establecimiento de procedencia	Ubicación del establecimiento	Actividad principal / secundaria
Río Cuarto I (I) Granja SIQUEM	Zona de Río Cuarto	Actividad principal junto a otras actividades de tambo bovino y crianza de cerdos. Crianza de cabritos lechales para la venta
Río Cuarto II (II) Mellano	Zona de Río Cuarto	Actividad principal. Crianza de cabritos lechales para la venta
Achiras (III) Braga	Zona cercana a Achiras. 50 km al suroeste de Río Cuarto	Actividad secundaria a la cría y engorde de vacunos y agricultura.
Alpa Corral (IV) Simón	Zona cercana a Alpa Corral. 70 km al noroeste de Río Cuarto	Actividad secundaria a la cría y engorde de vacunos y agricultura.
Las Albahacas (V) Migliore	Zona cercana a Las Albahacas. 70 km al oeste de Río Cuarto	Actividad secundaria a la cría y engorde de vacunos y agricultura.

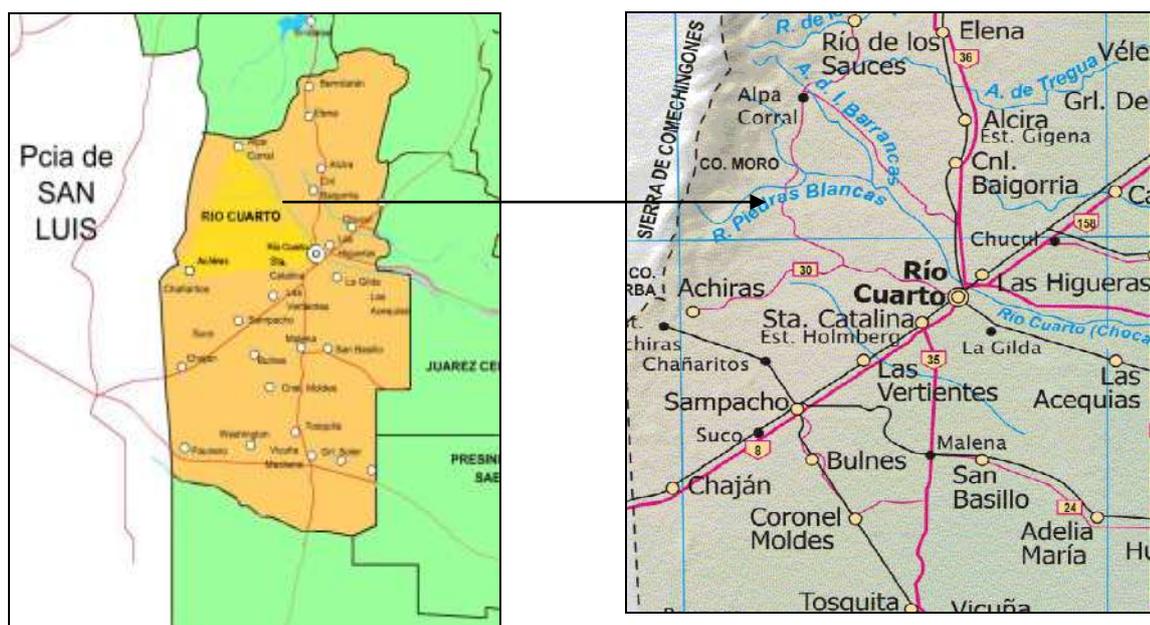


Figura 21.- Departamento de Río Cuarto y región.

Los animales faenados según su procedencia y sexo se exponen en la Tabla 7.

Tabla 7.- Procedencia de los animales de acuerdo al establecimiento y sexo.

Establecimiento	Sexo	
	Hembras	Machos
Río Cuarto I (I)	7	15
Río Cuarto II (II)	4	6
Achiras (III)	8	-
Alpa Corral (IV)	5	6
Las Albahacas (V)	6	3
Total	30	30

III.1.1.2. ÉPOCA DE PARICIÓN Y FAENA DE LOS ANIMALES.

Todos los cabritos procedentes de Río Cuarto I, Achiras (III) y Alpa Corral (IV) provienen de pariciones de otoño 2004 (mayo – junio) y se faenaron entre el 7 de agosto al 11 de septiembre de 2004.

Los cabritos originarios de Río Cuarto II y las Albahacas (V) provienen de pariciones de otoño pero del 2003 y fueron faenados en septiembre - octubre 2003.

III.1.1.3. MANEJO DE LOS ESTABLECIMIENTOS.

El régimen de explotación es de tipo semi-extensivo en todos los establecimientos analizados. Las madres y sus crías permanecían encerrados durante la noche y parte del día en corrales con algún tipo de suplementación como fardos o rollos. En el día se les permitía pastorear verdeos de invierno y/o alfalfa o recursos naturales de la zona, a las madres y a sus crías (I, II, III) o bien a las madres solamente (IV y V), de manera que en estos establecimientos los cabritos eran suplementados con grano de maíz y avena (V) o balanceado iniciador de terneros (IV).

La principal fuente de alimentación de los cabritos era la leche materna, a pesar que en algunos establecimientos recibían algún tipo de suplementación.

III.1.2. MATERIAL INSTRUMENTAL

III.1.2.1. MATERIAL DE PESAJE

El peso vivo en ayunas, el peso de sacrificio, el peso de la canal caliente y fría y de las hemicanales en estudio se controlaron con una balanza electrónica digital marca Kretz, con escala de 0,02 kg, mínimo de 0,40 kg y máximo de 80 kg.

Tras el sacrificio y para determinar el peso de los diversos componentes del "quinto cuarto" se utilizó una balanza electrónica de marca AND, con pesada máxima de 3900 g y error de $\pm 0,01$ g.

La canal, caliente y refrigerada, se pesó en la balanza electrónica anteriormente reseñada.

III.1.2.2. MATERIAL DE MEDIDA DE LA CANAL

Las medidas de longitud y perímetros de la canal se llevaron a cabo con cinta métrica, los diámetros de anchura y profundidad con el compás de espesores y las medidas de alto y ancho del Longissimus dorsi con "pie de rey".

III.1.2.3. MATERIAL DE DESPIECE Y DISECCIÓN DE LA CANAL

El despiece se llevó a cabo por profesional capacitado no docente del área de Anatomía Animal, utilizando cuchilla, cuchillos y sierra para el corte de la canal.

La disección de la espalda se llevó a cabo por el autor de este trabajo y personal entrenado, y para ello se utilizaron pinzas, bisturí y tijeras.

III.1.2.4. MATERIAL PARA LA VALORACIÓN INSTRUMENTAL DE LA CARNE

III.1.2.4.1. MEDICIÓN DE PH

Se llevó a cabo por medio de un peachímetro con electrodo de penetración en el músculo Longissimus dorsi.

III.1.2.4.2. VALORACIÓN DEL COLOR DEL MÚSCULO

Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro de reflectancia BYK-Gardner modelo 9000, en muestras del músculo Longissimus dorsi, que fueron expuestas al aire 45 minutos antes de realizarse las mediciones para un adecuado desarrollo del color.

III.1.2.4.3. VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

La capacidad de retención de agua se determinó sobre papel de filtro siguiendo la metodología propuesta por Zamorano (1996), en muestras del músculo Longissimus dorsi.

Las mermas por cocción se registraron por medio de termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico de las mismas.

III.1.2.4.4. VALORACIÓN DE LA TERNEZA

Para efectuar la determinación objetiva de terneza se empleó la cizalla de Warner Bratzler (Bratzler, 1949).

II.1.2.4.5. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS INTRAMUSCULAR

A partir de muestras del músculo Longissimus dorsi se utilizó la Técnica de Folch et al., (1957) para la extracción de los lípidos y la determinación de los ácidos grasos se llevó a cabo por medio de Cromatografía gaseosa con temperatura programada empleando una columna capilar CPSil 88 (100 m y 0,25 mm DI).

III.2. MÉTODOS

III.2.1. MÉTODOS PARA LA VALORACIÓN DE LA CANAL

III.2.2. SACRIFICIO Y CARNIZACIÓN

El sacrificio, obtención y medidas de la canal y posterior carnización de los cabritos se llevó a cabo en los 60 animales sacrificados y se realizó según la normativa expresada por Colomer-Rocher et al. (1987 y 1988) en los laboratorios del Departamento de Anatomía de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Los cabritos se sacrificaron con un peso vivo entre 9,50 y 15 kg, y 60 y 90 días de edad; rangos de pesos y edades mas usuales en el mercado.

El día anterior al sacrificio los animales eran transportados del establecimiento a la Universidad y eran colocados en corrales. A estos animales se los sometía a 12 horas de ayuno, por la noche se les retiró la comida pero se les dejó el agua.

A la mañana siguiente se tomó el Peso vivo ayunas y se procedió a realizar el sacrificio del animal mediante desangrado por sección de las venas y arterias yugulares y carótidas.

Posteriormente, se suspendieron por los corvejones y se procedió a quitarle la piel, la cabeza (separada entre el occipital y la 1ª vértebra torácica), los pies y patas (separados por la articulación carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana) y todas las vísceras.

A continuación se pesaron las canales en caliente (P.C.C) y se llevaron a cámaras frigoríficas para conservación a 2-4 °C por 24 horas, suspendidas por los corvejones por medio de ganchos. La canal estaba compuesta por el cuerpo entero del animal con cola, timo, riñones, grasa perirrenal y pélvica y los testículos en los machos y en las hembras la ubre.

Se obtienen y pesan los componentes del quinto cuarto: piel, autópodos (pies y patas), cabeza, pulmón+tráquea, grasa pericárdica, corazón, timo, hígado, bazo,

diafragma, grasa omental y mesentérica, aparato digestivo (estómagos e intestino lleno y vacío).

Con el fin de no perder la trazabilidad de las canales y el quinto cuarto en el momento de colgarlos se les identificó en su gancho junto con tres bolsas de plástico marcadas con el mismo número del animal, donde se irán guardando los componentes del quinto cuarto a medida que se extraigan.

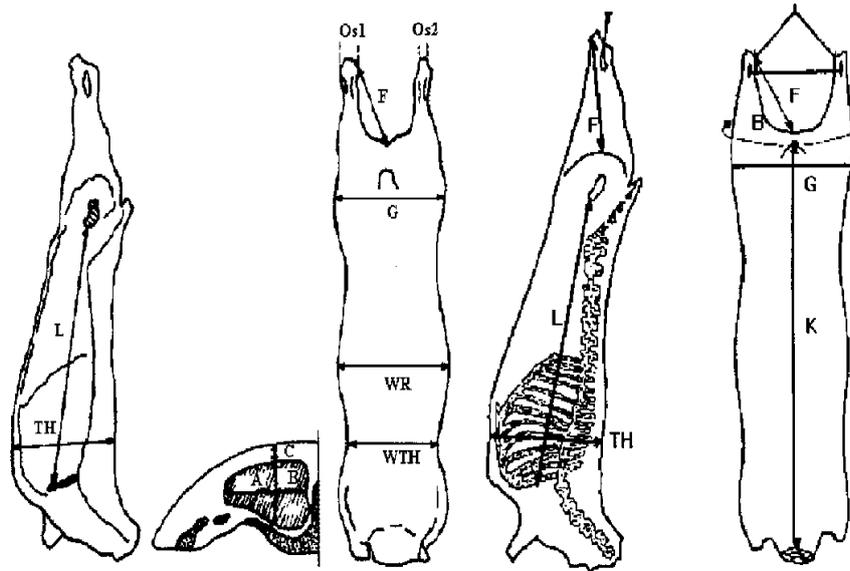
Tras 24 horas de refrigeración se pesa la canal fría (P.C.F.), a continuación se realiza la valoración subjetiva de la canal para los siguientes parámetros:

- **Color de grasa subcutánea:** 1= blanca, 2 = crema, 3 = amarilla.
- **Color del músculo Rectus abdominis:** 1 = claro, 2 = rosado, 3 = rojo.
- **Cantidad de grasa perirrenal y pélvica:** 1 = poca, 2 = normal, 3 = mucha
- **Cantidad de grasa subcutánea:** 1= muy magra, 2 = magra, 3 = medianamente magra, 4 = grasa, 5 = muy grasa).

Posteriormente, se toman las siguientes medidas de la canal, colgada por los corvejones con una distancia de 14 cm:

- **Medida K o longitud externa de la canal:** distancia desde la parte caudal de la última vértebra sacra a la parte anterior de la 1ra vértebra cervical (atlas) es decir que es la distancia más corta entre el nacimiento de la cola y base del cuello, tomada con cinta métrica.
- **Medida F o longitud de la pierna:** distancia más corta entre el periné y el borde anterior de la superficie articular tarso-metatarsiana, tomada con cinta métrica.
- **Medida G o anchura de la grupa:** anchura máxima entre los trocánteres de ambos fémures, tomada con compás de espesores.
- **Medida Wr o anchura del tórax:** anchura máxima a nivel de las costillas, tomada con compás de espesores.
- **Medida Wth o anchura del costillar:** distancia máxima entre costillas en el plano que pasa por detrás de los codos, tomada con compás de espesores.

- **Medida BG o perímetro de la grupa:** perímetro de la grupa tomando como referencia los trocánteres de ambos fémures, determinado con cinta métrica.
- **Medida PT o perímetro torácico:** perímetro del tórax tomando como referencia los codos, determinado con cinta métrica.



Una vez separada la cola de la canal mediante un corte entre la última vértebra sacra y la 1ª coxígea, se pesa.

Luego la canal se divide según el eje longitudinal marcado por el canal medular del raquis en dos mitades, pesándose cada una de ellas (cada mitad conserva la grasa renal y pélvica y el testículo en los machos y la ubre en las hembras).

Luego se quitaron los riñones y se pesan, lo mismo ocurre con la grasa perirrenal y pélvica.

Se realizan las medicaciones internas de la hemicanal izquierda:

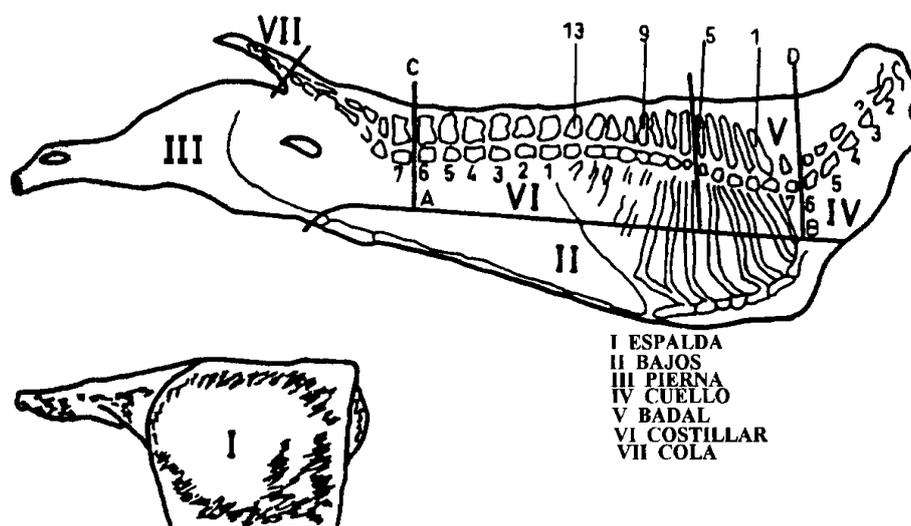
- **Medida L o longitud interna de la canal:** Distancia máxima entre el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana y el borde anterior de la primera costilla en su punto medio, tomada con cinta métrica.

- **Medida Th o profundidad del tórax:** Distancia máxima entre el esternón y el dorso de la canal a nivel de la sexta vértebra torácica, tomada con compás de espesores.

Después de calcular las medidas anteriormente citadas, se procedió a la obtención de los siguientes índices (McMeekan, 1952):

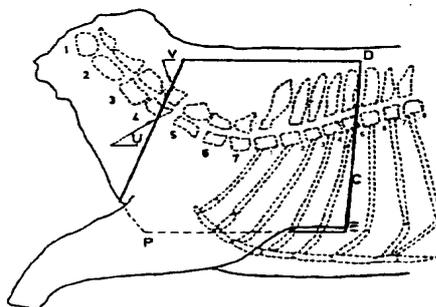
- **Índice de carnosidad (PCC/L)**
- **Índice de compacidad de la canal (PCF/L)**
- **Índice de compacidad de la pierna (G/F)**
- **Índice de redondez del pecho (Wr/Th)**
- **Relación profundidad/longitud (Th/L)**
- **Relación longitud/anchura (L/G)**
- **Relación longitud/perímetro torácico (L(PT))**

Posteriormente, se procedió a realizar el despiece de la hemicanal izquierda, de acuerdo con el modelo propuesto por Colomer-Rocher et al. (1987 y 1988), obteniendo siete piezas (Espalda I; Bajos II; Pierna III; Cuello IV; Badal V; Costillar VI y Cola VII).



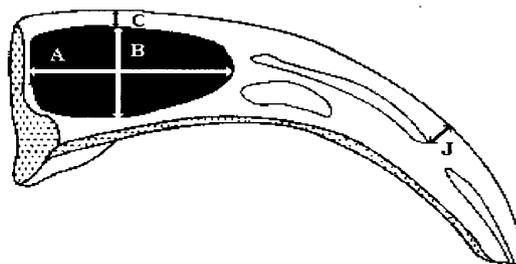
- **La Espalda o paleta (I)**, el límite superior de corte de esta pieza es paralelo a la línea media, el límite posterior (perpendicular al eje longitudinal) pasa entre la 5ª y 6ª costillas. El borde inferior llega hasta la punta del pecho. El borde

craneal pasa por el borde anterior de la apófisis espinosa de la 4ª vértebra cervical.



- **La falda, pecho o bajos (II)** tiene como referencia el punto A que corresponde a la intersección de la parte dorsal del músculo Rectus abdominis y el límite ventral de la porción carnosa de músculo Obliquos internus abdominis, en el plano de la articulación de la 6ª y 7ª vértebras lumbares. El punto B corresponde a la extremidad craneal del esternón.
- **La pierna (III)** tiene como referencia los puntos C y A. El punto C corresponde a la articulación entre la 6ª y 7ª vértebras lumbares. El corte debe hacerse perpendicular al eje sagital de la canal.
- **El cuello (IV)** se separa por la línea que va desde la articulación entre la 6ª y 7ª vértebras cervicales y la punta del esternón.
- **El badal (V)** lo obtenemos tras separar los bajos y el cuello, seccionando entre la 5ª y 6ª vértebras torácicas.
- **El costillar (VI)**, que en nuestro caso lo dividimos además en chuletas centro y riñonada, separándolas por el borde posterior de la última costilla. Lo mismo hicimos con los bajos obteniendo el pecho y la falda.

Una vez obtenido la chuleta se tomaron las medidas del ojo de bife, entre la 13ª vértebra dorsal y 1ª lumbar, se realizan varias medidas (Domenech et al., 1988). Además de determinarse la superficie del músculo Longissimus dorsi, de forma directa o indirecta, se realizan las siguientes medidas como lo muestra la siguiente figura:



- **A- Anchura máxima**, determinada con calibre, de la sección del m. longissimus dorsi, en la cara craneal de la 13ª costilla.
- **B- Espesor máximo**, determinado con calibre, de la sección del m. longissimus dorsi, en la cara craneal de la 13ª costilla.

Una vez completado el despiece y tomadas las últimas mediciones mencionadas, se procedió a pesar todas las piezas e introducirlas en bolsas de plástico, identificándolas individualmente para guardarlas en congelación hasta su traslado para análisis o disección de la pieza.

Posteriormente se efectúa la disección de la pieza I o espalda, se separa mediante bisturí en sus distintos componentes tisulares: músculo, hueso, grasa y desechos (vasos sanguíneos, ganglios, tendones y tejido conectivo), para luego se proceder a pesar cada componente y realizar la anotación correspondiente.

III.2.2. MÉTODOS PARA LA VALORACIÓN INSTRUMENTAL DE LA CALIDAD DE LA CARNE

Se realizaron en el Instituto de Tecnología de Alimentos del INTA Castelar.

Las muestras fueron conservadas en cámara a -20 ± 1 °C hasta el momento de la evaluación, luego descongeladas a 0 °C.

La valoración de pH, CRA y color del músculo se efectuaron en el músculo Longissimus dorsi o en muestras del mismo, a partir de 40 animales, 20 hembras y 20 machos. Las hembras procedían de los establecimientos: **I** (n=7); **III** (n=8) y **IV** (n=5); mientras que los machos provenían de las explotaciones **I** (n=14) y **IV** (n=6).

La valoración de las mermas por cocción y terneza se determinaron en 20 animales, 10 machos y 10 hembras, provenientes de los establecimientos **I** (hembras=5 y machos=7) y **IV** (hembras=5 y machos=3).

El contenido de ácidos grasos se determinó en muestras de los músculos Longissimus dorsi y Semimembranosus en 10 machos provenientes de los establecimientos I y IV (5 cabritos de cada uno) y en 5 hembras provenientes del establecimiento I.

La medición de pH se efectuó en el músculo el músculo Longissimus dorsi con electrodo de penetración.

El color del músculo se determinó por un espectrofotómetro de reflectancia BYK-Gardner modelo 9000, a partir de muestras de Longissimus dorsi que fueron expuestas al aire 45 minutos antes de realizarse las mediciones para un adecuado desarrollo del color.

Las condiciones experimentales fueron: área grande de visión, observador 10° e Iluminante D65. Se utilizó la escala de color CIELab y se determinaron los siguientes parámetros por duplicado para cada muestra de carne:

L*: luminosidad, tiene un valor de $L^* = 0$ para el negro y $L^* = 100$ para el blanco.

a*: coordenada verde (valores negativos) – rojo (valores positivos).

b*: coordenada azul – amarillo.

L* es la variable de claridad y a* y b* son las coordenadas de cromaticidad.

En este trabajo se ha utilizado el sistema de especificación L*, a* y b* (CIE, 1976). Se utilizaron los índices colorimétricos de saturación o chroma $(a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$ y de tono o Hue $(\arctang(b^*/a^*) \times 57,29)$.

Determinación de pigmentos en superficie: para estas mediciones se sigue el procedimiento establecido en AMSA (1991). Se mide la reflectancia a determinadas longitudes de onda y luego se convierte a valores K/S. Para cada conjunto de animales evaluados, se obtuvieron los valores K/S en muestras de referencia (muestras convertidas al 100% de cada uno de las formas del pigmento).

La capacidad de retención de agua se determinó por compresión de la muestra sobre papel de filtro siguiendo la metodología propuesta por Zamorano (1996), en muestras del músculo Longissimus dorsi.

Las mermas por cocción se registraron en muestras de bife, cocinadas en forma estándar hasta una temperatura interna final de 71 °C, registrada con termocuplas

tipo T insertas en el centro geométrico de las mismas. Se registraron los pesos antes y después de la cocción a fin de evaluar las mermas debidas a la cocción.

Para efectuar la determinación objetiva de terneza se empleó la cizalla de Warner Bratzler (Bratzler, 1949), siguiendo los lineamientos generales de AMSA para la medición instrumental de la terneza en carnes.

El contenido de ácidos grasos intramuscular se determinó después de conservar 24 horas a 4°C bifos del músculo Longissimus dorsi de la 11ª costilla y del Semimembranosus. Muestras tomadas al azar de cada tratamiento, fueron disecadas cuidadosamente para ser utilizadas en el análisis químico.

Para la determinación del contenido total de grasa intramuscular (GI) se tomaron alícuotas de 10 g de cada muestra, a las cuales se les quitó la grasa externa, se picaron cuidadosamente, se secaron y extractaron en un aparato Tekator utilizando hexano como solvente de extracción de acuerdo al método oficial (AOAC, 1992).

De acuerdo al método de Folch et al., (1957), se extractaron alícuotas de 5 g cada muestra. Para la separación y análisis de ácidos grasos y el total de colesterol se utilizó extracto de cloroformo después de la saponificación con 4% de KOH en etanol absoluto con reactivo enzimático y colorimétrico (Biosystem S.A.). Los ácidos grasos metilésteres (AGME o FAME) fueron preparados de acuerdo a la metodología de Pariza et al., (2001) y medidos por un equipo Crompack CP 900 ajustado con un detector ionización de llama.

La separación los AGME, se llevó a cabo en una columna capilar de sílice WCOT (CP-Sil 88 100 m x 0.25 mm i.d. coating), utilizando N₂ como gas portador. La temperatura del horno se programó a 170 °C por 4 minutos, incrementándose de 70 a 170 °C a una tasa de 13 °C por minutos y luego se incrementa de 170 °C a 200 °C a 1 °C por minuto. La identificación de los ácidos grasos se hizo por comparación al tiempo de retención relativo con ácidos grasos standard (PUFA-2 Animal source, Supelco). Los resultados analíticos se expresaron en porcentajes sobre el total de ácidos grasos. Sobre la base del contenido de grasa en el músculo y el perfil de ácidos grasos el contenido de ácidos grasos se calculó en 100 g de carne.

La determinación de ácidos grasos involucra la suma de varios de ellos, en el caso de AGS es el total de: 14:0+16:0+18:0. La suma de AGMI corresponde a: 16:1+18:1.

Los AGPI son: n-3+n-6. Los n-6 representan el total de: 18:2+20:3+20:4+22:4; y los n-3 de: 18:3+20:5+22:5+22:6.

III.1.2.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los datos obtenidos se efectuó con el paquete estadístico SAS (SAS, 1982), en el ordenador Data General (Eclipse MV 1000) del Centro de Cálculo de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba. Los procedimientos empleados son:

-PROC MEANS.- con el que obtenemos los estadísticos descriptivos simples de las variables estudiadas.

-PROC UNIVARIATE.- nos indica la distribución de la variable.

-PROC GLM.- permite realizar diversos modelos utilizando el método de los mínimos cuadrados. Con este procedimiento hacemos los análisis de varianza simple y factorial.

-PROC NLIN.- obtiene los parámetros de los modelos no lineales de regresión mediante el método de los mínimos cuadrados.

-PROC REG.- lo utilizamos para el cálculo del crecimiento relativo de las piezas y de los componentes tisulares respecto de la canal y sus trozos siguiendo ecuaciones del tipo:

$$\log Y = \log a + b \log X.$$

El análisis se realizó para el conjunto de los animales, así como por separado por sexos y peso vivo vacío (tamaño pequeño: < 9,5 kg, tamaño mediano: > 9,5 kg ≤ 11 kg; tamaño grande > 11 kg).