

**Andrés D. Gil (1)**  
**Stella Huertas (2)**

(1) DV, M.Sc., Ph.D. Facultad de Veterinaria

(2) DMTV. Facultad de Veterinaria

# Parte I: EFECTOS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE BOVINOS SOBRE LA COMPOSICIÓN Y CALIDAD DE LAS CARNES

FPTA 056

Período de ejecución: Ag. 95-Ag. 98

## 1. INTRODUCCIÓN

Por sus características geográficas y la gran disponibilidad de recursos naturales, el Uruguay tiene en la producción agropecuaria uno de los sectores más importantes de su economía.

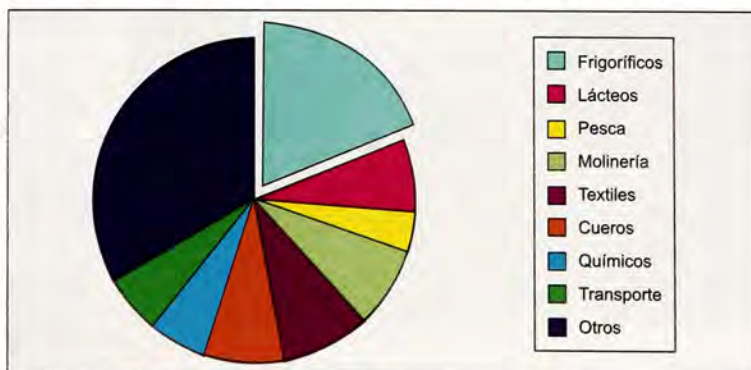
Dentro del sector agropecuario, el subsector cárnico es el más relevante, tanto si se mide el valor bruto total de su producción como si se cuantifica su aporte en términos de divisas por exportaciones. El sector cárnico es el principal rubro de exportaciones del Uruguay (gráfica 1).

En lo que refiere a carne bovina, aproximadamente la mitad de la producción del país se exporta y la otra mitad se consume internamente. La gran producción de carne determina que el consumo per cápita de carne en Uruguay se ubique entre los mayores del mundo. Al mismo tiempo, su excelente "status sanitario" (Libre de Fiebre Aftosa y Libre de BSE "vaca loca" y E. Coli O157-H7) determina la gran apetencia por sus carnes en los mercados con mayor poder adquisitivo.

En términos alimentarios, aunque en los países menos desarrollados existen severas carencias para importantes grupos de población, en los países desarrollados la preocupación se centra sobre las enfermedades asociadas a los excesos alimentarios.

Así, en el área de la salud, la obesidad y las enfermedades crónicas asociadas a la dieta, como las Enfermedades Cardio-Vasculares (ECV) y el cáncer<sup>(22)</sup>, son temas de máxima preocupación. Esta preocupación no excluye a Uruguay, donde las ECV son responsables del 40% de la mortalidad de la población.

**Gráfica 1** - Importancia del rubro carne vacuna en las exportaciones totales -millones de US\$- 1999.



Las enfermedades cardio-vasculares aparecen asociadas a altos niveles de colesterol sanguíneo, lo que ha llevado a recomendar la disminución del consumo de grasas animales. Esto ha provocado la retracción voluntaria en el consumo de carnes<sup>(2)</sup>, lo que –a su vez– estimula el aumento en el consumo de platos sustitutos; a modo de ejemplo, en EE.UU. crecieron 55% las pastas, 75% el arroz y 56% los vegetales en general<sup>(21)</sup>.

Las afecciones cardio-vasculares se caracterizan por ser de origen multifactorial. Como prueba de ello Hopkins y Williams, en una revisión de la literatura, identificaron 246 posibles factores riesgo<sup>(23)</sup>. Entre ellos destacaron: la vida sedentaria, la hipertensión arterial, la obesidad, el tabaquismo, los niveles elevados de colesterol sanguíneo y las dietas sobrecargadas en grasas, así como sus interacciones. Si bien el nivel de colesterol sérico es un claro indicador de riesgo en la población humana, el efecto del colesterol en la dieta está en debate y su control tiene – probablemente– un impacto reducido, ya que entre el 70 a 80% del total es de origen endógeno<sup>(24,25)</sup>.



Foto 1 - Lote de animales en pasturas.

El factor dietético dominante en relación con el colesterol, son las grasas saturadas. Por lo tanto, su reducción en la dieta es un elemento clave para el control de las ECV. Esto se ve reflejado por el Índice de Colesterol y Grasas Saturadas (CSI) que muestra que el peso relativo de estas grasas es muy superior al de colesterol:

$$\text{CSI} = 1,01 \times \text{gr. grasa saturada} + 0,05 \times \text{mg colesterol}^{(26)}$$

Las recomendaciones médicas, así como las de los comunicadores, han puesto en alerta a los consumidores, quienes buscan la reducción de la cantidad de grasas y colesterol en su dieta. Esto, en consecuencia, se ha convertido en un objetivo primario para la industria de los alimentos.

Sin embargo, se debe de considerar que el infarto de miocardio y las ECV en general ocurren en ausencia de hiperlipidemia (exceso de colesterol y otros lípidos en sangre) en cerca de 40% de los sujetos<sup>(27)</sup>.

Es importante clarificar que **el colesterol es una sustancia grasa normal y exclusiva del reino animal**<sup>(28)</sup>. Es un importante precursor de varias sustancias biológicas claves; en el hígado se convierte en ácidos biliares los cuales son necesarios para la absorción de grasa, forma parte de algunas hormonas (estrógenos, andrógenos) y es un componente estructural mayor de las membranas celulares y de los depósitos de tejido adiposo.

Como ya se mencionó, el colesterol del organismo es provisto en una pequeña parte (20%) por la dieta, la que se absorbe a través del intestino. La mayor parte del colesterol del organismo es sintetizada a nivel metabólico, funda mentalmente en el hígado y en los propios intestinos. Pero virtualmente toda célula corporal es capaz de sinte-

tizarlo y probablemente por esta razón nunca se detectó su deficiencia.

Dentro del organismo, el colesterol es transportado por las lipoproteínas, que se dividen en tres grupos: LDL (sigla en inglés de Low Density Lipoprotein, lipoproteínas de baja densidad), HDL (High Density Lipoprotein, lipoproteínas de alta densidad) y VLDL (Very Low Density Lipoprotein, lipoproteínas de muy baja densidad). Las LDL transportan dos tercios del colesterol plasmático desde el hígado hacia los tejidos y es considerada la lipoproteína más aterogénica<sup>1</sup>. Las HDL transportan el colesterol en sentido contrario y tienen un efecto protector frente a las ECV<sup>(29, 30)</sup>. Por último, las VLDL se transforman en tejido adiposo y en LDL.

Todo el colesterol que se proporciona con la dieta es de origen animal. Sus principales fuentes son los huevos, los derivados lácteos y las carnes<sup>(15)</sup>. Según la bibliografía norteamericana, las carnes rojas (bovina, ovina y suina) solo proporcionan 21% del colesterol que se ingiere en la dieta, por lo cual, cuando es necesaria su reducción, estas carnes deberían ser objetivos menores.

Las grasas animales, más que la carne en sí misma, son las responsables del aumento del colesterol sérico, ya que favorecen su síntesis. Cuando se estudia el perfil lipídico de un alimento se diferencia en ácidos grasos saturados, que son aquellos que tienen enlaces simples, e insaturados, que tienen uno o más enlaces dobles. En general, el contenido de ácidos grasos saturados es alto en las grasas sólidas a temperatura ambiente y el de insaturados en los aceites líquidos. Muchos estudios

muestran la asociación entre la grasa de la dieta y los niveles séricos de colesterol<sup>(31,32)</sup>, que se puede resumir a través de la siguiente fórmula matemática:

$$C = 1,35 (2S-P) + 1,5Z$$

Donde:

C es el cambio en colesterol sérico mg/dL

S es el cambio en la dieta de ácidos grasos saturados como porcentaje de la energía

P es el cambio en la dieta de ácidos grasos poliinsaturados

Z es la raíz cuadrada de del cambio en la dieta de colesterol medido en mg/kcal

Esta fórmula indica que los cambios en la dieta de ácidos grasos saturados tienen el efecto de aumentar el colesterol sérico y que los cambios en la dieta de ácidos grasos poliinsaturados tienen el efecto de disminuirlo, pero que el primero pesa el doble que el segundo.

Se debe considerar que no todos los ácidos grasos saturados tienen el mismo efecto con respecto al colesterol. Algunos son hipercolesterolemicos, como el laurico (C12:0), el mirístico (C14:0) y el palmítico (C16:0), mientras que los de cadena larga como el esteárico (C18:0) y los saturados de 10 o menos carbonos son neutros<sup>(33, 34)</sup><sup>2</sup>. Los monosaturados son considerados neutrales con respecto al colesterol.

Las grasas se encuentran asociadas favorablemente con el sabor de los alimentos, lo cual lleva a que, cuando no

<sup>1</sup> Proteínas aterogénicas son las que promueven la deposición de placas en las arterias.

<sup>2</sup> Los ácidos grasos se simbolizan con una notación «taquigráfica» que indica primero la longitud de la cadena carbonada y luego el número de los dobles enlaces, separados por dos puntos.



Foto 2 - La Dra. Stella Huertas tomando las mediciones de la estructura de carcasa, en el frigorífico.

existen limitantes económicas, educativas y/o culturales, se consuman en forma excesiva. Al respecto, cabe considerar que la carne solo es responsable de una pequeña cantidad de la grasa de la dieta de los uruguayos. Precisamente, la última encuesta de hogares en el Uruguay muestra que las fuentes de grasas de la dieta responden en 33% a aceites, en 25% a carnes, 15% a productos lácteos, en 12% a panificados y en 15% a otros alimentos.

Los estándares dietéticos más aceptados<sup>(35, 36, 37)</sup> recomiendan que los adultos normales no ingieran más de 300 mg/día de colesterol y que el consumo de grasa como aporte energético no supere un 30% del total. Dentro del consumo de grasas, las saturadas no deberían superar un tercio de estas.

Estas necesidades y pautas, están motivando numerosos intentos para cambiar la composición cárnica en términos de cantidad y composición de la grasa, y de contenido de colesterol<sup>(6, 7)</sup>.

Estas características tienen una base genética, por lo que pueden ser influenciadas a través de la selección ani-

mal y a través de la producción de animales transgénicos<sup>(8)</sup>.

La selección, que es la vía natural del cambio genético, no tendrá un efecto importante en el corto plazo por los bajos niveles medios de heredabilidad y por el alto intervalo generacional en la especie bovina.

El uso de estimulantes del crecimiento de primera y segunda generación<sup>(9)</sup> tiene un efecto importante en cuanto a la cantidad de la grasa y su composición, pero es rechazado por algunos mercados, como los europeos, que buscan productos naturales.

Existen algunas evidencias de que la carne producida en pasturas tiene mejor composición grasa y menor contenido de colesterol que la producida con alimentos en base a granos<sup>(3, 38)</sup>. Ensayos realizados en el INTA (Argentina), en ganado de raza Aberdeen Angus, muestran diferencias significativas entre la composición de la carne de animales alimentados con pastos respecto a la de animales alimentados con granos. Estos trabajos muestran que la carne producida en pasturas tiene niveles de colesterol 8% inferiores a la carne producida en base a granos, mientras que los lípidos totales medidos en el músculo *longissimus dorsi* son 25% menores; el proyecto anterior de este equipo de trabajo mostró tendencias similares en ganado Hereford. También existen algunas evidencias científicas que relacionan el tipo de alimentación con las características organolépticas de las carnes,<sup>(4, 5)</sup> a partir de las cuales se sostiene que las carnes producidas en pasturas son más duras, con menos jugosidad y de aroma inferior a las producidas en granos.

Sin embargo, la evidencia en este sentido es débil y está generada para animales y condiciones diferentes a las del Uruguay, por lo que se deben considerar globalmente los aspectos de composición junto a los de calidad de las carnes.

La manipulación de la alimentación y el tiempo de producción son factores que afectan la composición y características de las carnes<sup>(10, 11, 12, 13)</sup>. Por su metabolismo, en los rumiantes el impacto del tipo de alimento sobre la composición grasa no es de la magnitud que se ve en monogástricos (aves y cerdos). No obstante, cambios sustanciales como pasar de un sistema de engorde en base a granos a uno pastoril, determinan cambios importantes en la composición y la calidad de la carne.

Tradicionalmente, Uruguay ha apostado a la producción de productos naturales y en algunos casos orgánicos, sectores que muestran creciente demanda en el mercado. Por lo tanto, no es una estrategia compatible pensar en el uso de estimulantes del crecimiento o en métodos no naturales de cambio (como la manipulación genética). Uruguay ha decidido evaluar objetivamente la calidad de su actual producto cárnico para destacar sus perfiles más sobresalientes, de forma de promover la salud y el bienestar del consumidor.

El objetivo primario de este estudio es caracterizar las carnes producidas en el Uruguay en términos de su composición y calidad, y establecer la relación entre estas características y el sistema de producción (tipo de alimentación) utilizado.

Un segundo objetivo es la caracterización de las carnes

potencialmente sustitutas de la bovina (carnes de pollo, cerdo y pescado), para que el consumidor realice una opción racional sobre su alimentación y no una opción basada en eslóganes de mercadeo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar los objetivos propuestos se utilizaron –fundamentalmente– dos estrategias: una basada en el diseño de un ensayo experimental y la otra basada en muestreos de carne en establecimientos de faena o comercialización.

En todos los casos, las carnes fueron caracterizadas en términos de su composición muscular y grasa; en cada caso se establecieron los niveles de proteínas, humedad, cenizas, colesterol, lípidos totales y el perfil lipídico (composición en ácidos grasos).

El efecto del tipo de alimentación en la calidad de la carne se evaluó a través de mediciones sobre las reses en



Foto 3 - Lote alimentado a grano.



**Foto 4** - Lote de animales de ambos tratamientos (alimentados a grano o pastura) previo a la faena. Su peso supera los 400 kg.

los establecimientos de faena y a través de evaluaciones sensoriales con grupos de consumidores especialmente entrenados.

## 2.1. Ensayo experimental

El objetivo de este ensayo fue establecer cómo el sistema de alimentación afecta la composición de la carne, para lo cual se aplicaron dos tratamientos de engorde: uno en base a granos (feedlot) y otro en base a praderas (pasturas).

Se estableció un diseño Aleatorio en Bloques, que en este caso (por tratarse de 2 tratamientos) puede llamarse apareado, dado que los bloques están constituidos por pares de novillos. Los bloques (pares) están conformados por novillos iguales en las siguientes características: establecimiento de origen, raza, peso inicial y edad; con esto se intenta controlar la variabilidad genética y la variabilidad en el estado de madurez de los animales, factores que pueden afectar la composición corporal.

### 2.1.1. Bovinos

De cada una de las 45 cabañas que participan en las Pruebas de Comportamiento Hereford en la Central de Kiyú (departamento de San José) se recibieron pares de novillos de la misma edad (sobreaño) y aproximadamente el mismo peso. De los 45 pares iniciales fueron eliminados 5 por no haber coincidencia entre los animales en alguna de las características a controlar (peso o edad). En el correr de la prueba se eliminó un sexto par, por muerte de uno de los miembros. De esta forma se finalizó con 39 pares de novillos.

Con los animales en la Central de Pruebas de Kiyú, luego de un período de adaptación, se seleccionó por sorteo un miembro de cada par. Este grupo se llevó a un sistema de alimentación con pasturas mejoradas. Los miembros restantes de los pares fueron alimentados en base a granos (en un sistema análogo al feedlot americano). El lote engordado en base a granos fue subdividido en 2 corrales contiguos; en uno recibieron una ración basada en grano de maíz y en el otro una ración basada en grano de arroz.

Las 2 raciones utilizadas solo variaron en el grano que constituyó su componente principal: maíz o arroz. Ambas fueron formuladas para novillos de tamaño grande de acuerdo a las tablas de requerimientos del NRC y fueron equivalentes en su composición bromatológica (Cuadro 1). Durante la prueba, los animales recibieron fardos de heno a voluntad. Se estima que consumieron 2 kg/animal/día, lo que es suficiente para complementar la ración con en cuanto a fibra.

**Cuadro 1** - Composición de la ración para novillos en engorde (%).

Grano (maíz o arroz)	87
harina de soja	10
Urea	0,4
Sal	0,5
Otros	2,1

El tiempo de pastoreo de los novillos alimentados con pasturas se distribuyó de la siguiente manera: 57% en praderas convencionales, 20% en rastrojos de praderas, 20% en sorgo forrajero y 3% en avena.

Los novillos fueron pesados cada 14 días, desde el inicio de la experiencia hasta el día de la faena. El criterio de finalización de la experiencia de engorde fue el peso de los animales: se dio por terminado el tratamiento cuando el lote alcanzó un peso promedio igual o superior a los 450 kg, o cuando la disponibilidad de forraje determinó la conveniencia de la misma. Los animales fueron faenados en 5 sublotos de acuerdo a los criterios ya mencionados.

### 2.1.2. Faenas

En las faenas, se procedió a identificar las reses y realizar las mediciones de acuerdo a un protocolo que estableció:

1. Pesarse los animales antes del ingreso a la playa de faena.
2. Tomar muestras sanguíneas individualizadas de cada animal.
3. Observar la presencia de problemas digestivos y podales.
4. Pesarse las medias reses calientes y frías.

5. Dibujar y medir el área de ojo de bife a la altura de la 10 costilla.
6. Medir la grasa de cobertura en la décima costilla, en la parte central de cada tercio periférico, para luego promediar.
7. Recoger, individualizar y pesar la grasa perirenal.
8. Medir el marmoleado en el ojo de bife de la décima costilla utilizando una escala subjetiva, tarea a cargo de un miembro del equipo entrenado especialmente a esos efectos.
9. Medir las características de las reses: largo, ancho, profundidad, largo y profundidad de pierna.
10. Proceder a la extracción completa de la novena costilla para su posterior disección, luego del cuarteado de la res.
11. Envasar al vacío todas las muestras cárnicas y congelarlas a -25 °C.

El desosado fue realizado de acuerdo al estándar de exportación para el Reino Unido por el personal entrenado de los establecimientos de faena y fue supervisado por los técnicos del Instituto Nacional de Carnes (INAC). En él se procedió a tomar el peso de cada una de las piezas cárnicas y al retiro de muestras. Se tomaron muestras del músculo *longissimus dorsi* (bife angosto) del lado izquierdo de la res. Como criterio, todas las muestras musculares se tomaron a partir de la extremidad más craneal.

### 2.1.3. Registro y toma de muestras

Durante la fase productiva hasta la faena se registraron en forma rutinaria e individual los pesos, patologías, medidas corporales, consumo de ración, perfil metabólico y grasa de cobertura. Se elaboró un protocolo de muestreo y registro.

## 2.2. Muestreo de carnes

### 2.2.1. Bovinos

La toma de la muestra se realizó en establecimientos de faena habilitados por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Se realizó una selección al azar de novillos de raza Hereford con un peso de entre 440 y 500 kg/cabeza que fueran faenados el día de la visita a la planta. Se utilizó como criterio de selección el orden de faena y los criterios de exclusión fueron: raza diferente a Hereford, peso fuera de rango y cualquier patología evidente. Con este procedimiento se seleccionaron 25 novillos. Una vez identificados los animales en la faena, se procedió al retiro de muestras en la playa de desosado. Se tomaron muestras de aproximadamente 250 g de los músculos *longissimus dorsi* LD (bife angosto) a partir de la extremidad más craneal del corte.

### 2.2.2. Cerdos

Las muestras de cerdos fueron adquiridas en una planta de faena. Los cerdos fueron seleccionados al azar y se procedió a tomar la novena costilla de la media res izquierda. Posteriormente a la disección de la mencionada

costilla se tomaron muestras de carne y grasa para análisis bromatológico. La disección se realizó con un protocolo similar al utilizado para los bovinos (anexo IV).

### 2.2.3. Pollos Parrilleros

Para las muestras de esta especie se realizó un relevamiento de los diferentes establecimientos productores. Los pollos fueron adquiridos en diferentes días y diferentes comercios de plaza de forma de lograr una mejor representatividad.

Se adquirieron 25 pollos y se diseccionaron las 50 medias reses de los mismos, de acuerdo al protocolo detallado en el anexo III.

## 2.3. Análisis de laboratorio

Las determinaciones de humedad, proteína, cenizas, lípidos, ácidos grasos y colesterol se realizaron en la Dirección de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) "Miguel C. Rubino" y las determinaciones de los diferentes niveles de colesterol sérico se llevaron a cabo en la Unidad de Laboratorio de Investigación en Ruminantes y Suinos de la Facultad de Veterinaria (ULIRS-FV), anexos I y II.

## 2.4. Análisis estadístico

Las hipótesis del ensayo fueron evaluadas a través de la prueba de "t" de Student para datos apareados, o por su equivalente, el análisis de varianza para un diseño en bloques al azar. Los bloques se constituyeron con cada par de novillos participantes y como tratamiento se consideró el régimen de alimentación.



Foto 5 - Faena de uno de los lotes del experimento.



En los muestreos se calcularon los valores medios con sus correspondientes desvíos estándar<sup>(16)</sup> y las hipótesis se evaluaron a través de la prueba de "t" para muestras independientes, o el análisis de varianza simple.

Para todas las pruebas de hipótesis se trabajó a un nivel de significación de 0,05. Las pruebas de hipótesis y análisis estadístico se realizaron con Intercooled Stata versión 6.0.

### 3. Resultados

#### 3.1. Ensayo experimental

En el cuadro 2 se observan los pesos iniciales y finales de los novillos del ensayo experimental, así como su crecimiento diario y tiempo en engorde. En todos los casos (excepto en el peso inicial) se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a un nivel de 0,05.

**Cuadro 2** - Datos productivos de los dos lotes de novillos del ensayo experimental.

VARIABLES	TRATAMIENTO				t	Nivel de Significación
	PASTURA		FEEDLOT			
	Media	D. estándar	Media	D. estándar		
Peso Inicial (kg)	190,21	34,30	191,77	35,57	4,01	N.S.
Peso Final (kg)	428,21	27,64	455,90	39,22	7,57	0,0008
Tiempo de engorde (días)	346,36	55,23	224,18	86,18	8,52	0,0000
Crecimiento diario (kg)	0,75	0,09	1,52	0,28	16,94	0,0000

**Cuadro 3** - Datos de faena y composición corporal de los dos lotes de novillos del ensayo experimental.

VARIABLES	TRATAMIENTO				t	Nivel de Significación
	PASTURA		FEEDLOT			
	Media	D. estándar	Media	D. estándar		
Rendimiento Carnicero (% res sobre PV)	58,09	1,61	58,80	2,22	1,76	N.S.
Peso de los huesos del desosado (kg)	11,48	1,03	11,32	0,99	0,92	N.S.
Peso del hueso de la 9na. costilla (g)	199,90	7,87	214,62	6,78	1,45	N.S.
Peso de carne del desosado (kg)	35,27	2,99	35,70	3,35	0,63	N.S.
Ojo de Bife (cm <sup>2</sup> )	55,33	7,89	61,33	7,89	3,08	0,0038
Grasa cobertura en 10ma. costilla (cm)	8,23	2,74	13,55	4,74	6,39	0,0000
Peso de la grasa del riñón (kg)	4,39	1,10	7,26	3,39	5,25	0,0000
Peso de la grasa del desosado (kg)	3,91	1,00	5,48	1,94	4,65	0,0000
Grasa de la disección de las costillas (g)	244,26	12,69	365,57	27,53	4,22	0,0002
Marmoleado (escala subjetiva)	5,95	2,63	10,36	3,84	5,76	0,0000
Costilla Carne (g)	472,04	13,98	554,53	30,41	2,64	0,0131

En el cuadro 3 se observa un resumen de los datos de faena y composición corporal de los novillos del ensayo experimental. El rendimiento carnicero (medido como porcentaje de la res con relación al peso vivo) no muestra diferencias significativas entre los 2 tipos de alimentación considerados.

Tampoco muestra diferencias significativas el peso de los huesos (tanto del desosado como de la disección de la novena costilla), ni el peso de las piezas de carne obtenidas del desosado del corte pistola.

La superficie del ojo de bife de los animales engordados sobre la base de granos resultó significativamente mayor a la de los novillos de pasturas. Las variables que miden la cantidad de grasa de la res (espesor de la grasa de cobertura en la décima costilla, la grasa cavitaria o grasa del riñón, grasa de recorte del desosado, grasa de la disección de las costillas y marmoleado intramuscular) en todos los casos muestran un nivel de engrasamiento muy inferior en los animales de pasturas. Las diferencias son en todos los casos estadísticamente significativas al nivel seleccionado.

El cuadro 4 muestra la distribución de edades a la faena según tipo de alimentación. Las cifras muestran un número significativamente superior de animales adultos ( $\chi^2=4,30$ ;  $p=0,038$ ) en los animales criados sobre la base de pasturas.

La terminación (cuadro 5) y la conformación (cuadro 6) de las reses muestran niveles superiores en los animales criados sobre la base de granos ( $\chi^2=9,55$ ;  $p=0,008$  y  $\chi^2=15,76$ ;  $p=0,000$  respectivamente).

Cuando se analizó la composición bromatológica intramuscular del *longissimus dorsi*, los animales en pasturas mostraron niveles de humedad

**Cuadro 4** - Distribución de los novillos por edad según tipo de alimentación.

	edad	
<b>Tratamiento:</b>	D. leche	2 d. o más
Pasturas	25	14
Feedlot	33	6

**Cuadro 5** - Clasificación de los novillos en la faena por grado de terminación, según tipo de alimentación.

	Grado de terminación (escala subjetiva, a mayor grado mayor terminación):		
	2	3	4
Pasturas	36	3	0
Feedlot	25	11	3

**Cuadro 6** - Clasificación de los novillos en la faena por conformación carnicera, según tipo de alimentación.

	Conformación carnicera (escala INAC)		
<b>Tratamiento:</b>	I	N	A
Pasturas	0	12	27
Feedlot	6	22	11

significativamente mayores y porcentajes de proteínas significativamente menores. Los animales engordados sobre la base de granos presentaron un nivel de engrasamiento superior, así como también una menor relación carne/grasa medida tanto como producto del desosado, de la disección de la novena costilla o de la muestra de bife angosto. La relación humedad/proteína mostró un pequeño incremento en los animales de pasturas. Las variables de composición bromatológica medidas en la grasa de cobertura no mostraron diferencias entre los 2 tratamientos (cuadro 7).

En cuanto al contenido de colesterol intramuscular se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los 2 tratamientos; los animales alimentados con pasturas mostraron un contenido inferior de este componente.

El porcentaje de ácidos grasos saturados en el *longissimus dorsi* es significativamente superior en los animales criados en base pasturas. La diferencia se puede atribuir fundamentalmente al ácido palmítico (C16:0) que es el único que muestra diferencias significativas (cuadro 8).

Cuando se analizó la composición de ácidos grasos saturados en la grasa de cobertura se encontraron, al igual que en el caso de la carne, diferencias significativas. Los novillos de pasturas mostraron un nivel mayor, en este caso debido al contenido de C14:0 y C18:0 (cuadro 9).

**Cuadro 7** - Composición bromatológica de la carne y de la grasa de cobertura del músculo *longissimus dorsi* según tipo de alimentación.

VARIABLES	TRATAMIENTO				t	Nivel de Significación
	PASTURA		FEEDLOT			
	Media	D. estándar	Media	D. estándar		
% Humedad en Carne	73,55	1,51	71,44	2,07	4,98	0,0000
% Proteínas en Carne	21,77	0,90	22,56	1,52	2,70	0,0103
% Lípidos Intramuscular	3,75	1,70	4,97	2,14	3,15	0,0033
Relación carne/grasa en el desosado	9,72	0,50	7,14	0,33	4,44	0,0001
Relación carne/grasa en la 9na. Costilla	2,03	0,09	1,67	0,11	3,13	0,0039
Relación carne/grasa en el <i>l.dorsi</i>	6,40	0,50	4,99	0,40	2,39	0,0224
Rel Hum/Prot en Carne	3,39	0,03	3,18	0,04	3,94	0,0003
Rel Hum/Prot en Grasa	5,29	0,32	5,54	0,42	0,47	N.S.
% Hum Grasa Cobertura	16,85	4,57	17,44	5,13	0,54	N.S.
% Prot Grasa Cobertura	3,59	1,76	3,58	1,41	0,23	N.S.
% Líp. Grasa Cobertura	79,47	5,24	78,74	5,53	0,53	N.S.
mg Colesterol/100gr Grasa	100,70	0,38	100,17	0,45	0,88	N.S.
% Cenizas en Carne	1,01	0,05	1,02	0,05	0,50	N.S.
mg Colesterol/100gr Carne	54,92	0,36	56,12	0,36	2,40	0,0231

**Cuadro 8** - Perfil de ácidos grasos saturados de la grasa intramuscular en el músculo *longissimus dorsi*, según tipo de alimentación (%).

VARIABLES	TRATAMIENTO				t	Nivel de Significación
	PASTURA		FEEDLOT			
	Media	D. estándar	Media	D. estándar		
14:0	1,51	0,07	1,49	0,09	1,40	N.S.
16:0	19,79	0,74	19,27	0,49	3,54	0,0014
17:0	1,58	0,06	1,60	0,08	1,33	N.S.
18:0	9,34	0,34	9,27	0,36	0,36	N.S.
Total saturados	32,22	0,90	31,63	0,71	2,86	0,0077

El perfil de los ácidos grasos insaturados a nivel intramuscular no mostró diferencias significativas entre tratamientos y tampoco la relación entre ácidos grasos insaturados y saturados (cuadro 10).

La composición de los ácidos grasos

insaturados en la grasa de cobertura tampoco muestra diferencias significativas, mientras que la relación entre ácidos grasos insaturados y saturados muestra una muy pequeña diferencia. Lo mismo sucede con la relación de polinsaturados a saturados (cuadro 11).

**Cuadro 9** - Perfil de ácidos grasos saturados de la grasa de cobertura del músculo *longissimus dorsi* según tipo de alimentación (%).

VARIABLES	TRATAMIENTO				t	Nivel de Significación
	PASTURA		FEEDLOT			
	Media	D. estándar	Media	D. estándar		
12:0	0,19	0,24	0,20	0,02	0,59	N.S.
14:0	3,04	0,21	2,78	0,30	4,09	0,0003
16:0	28,55	0,66	28,28	0,87	1,42	N.S.
18:0	24,59	0,65	23,95	0,98	2,81	0,0088
20:0	0,40	0,03	0,40	0,02	0,52	N.S.
Total saturados	56,77	0,90	55,60	1,25	3,97	0,0004

**Cuadro 10** - Perfil de ácidos grasos insaturados de la grasa intramuscular del músculo *longissimus dorsi* según tipo de alimentación (%).

VARIABLES	TRATAMIENTO				t	Nivel de Significación
	PASTURA		FEEDLOT			
	Media	D. estándar	Media	D. estándar		
16:1	5,14	0,33	4,99	0,33	1,77	N.S.
18:1	37,85	0,75	37,86	0,67	0,05	N.S.
Total monosaturados	42,99	0,76	42,86	0,54	0,75	N.S.
18:2	11,23	0,35	11,16	0,35	0,65	N.S.
18:3	0,17	0,03	0,17	0,03	0,54	N.S.
20:4	5,23	0,05	5,22	0,06	1,14	N.S.
22:6	0,69	0,03	0,69	0,03	0,53	N.S.
Total polinsaturados	17,32	0,36	17,23	0,40	0,81	N.S.
Relación polinsaturados/saturados	0,537	0,016	0,402	0,010	37,84	0,0000
Relación insaturados/saturados	1,87	0,05	1,90	0,05	1,77	N.S.

**Cuadro 11** - Perfil de ácidos grasos insaturados de la grasa de cobertura del músculo *longissimus dorsi* según tipo de alimentación (%).

VARIABLES	TRATAMIENTO				t	Nivel de Significación
	PASTURA		FEEDLOT			
	Media	D. estándar	Media	D. estándar		
16:1	0,72	0,04	0,72	0,07	0,26	N.S.
18:1	40,56	0,80	40,85	0,70	1,55	N.S.
Total monosaturados	41,27	0,80	41,57	0,68	1,61	N.S.
18:2	2,14	0,03	2,13	0,04	0,55	N.S.
18:3	0,29	0,02	0,29	0,02	1,41	N.S.
Total polinsaturados	2,43	0,04	2,42	0,04	1,36	N.S.
Relación polinsaturados/saturados	0,043	0,001	0,044	0,001	2,65	0,0128
Relación insaturados/saturados	1.059	0,001	1.058	0,002	2,08	0,0462

### 3.2. Muestreo

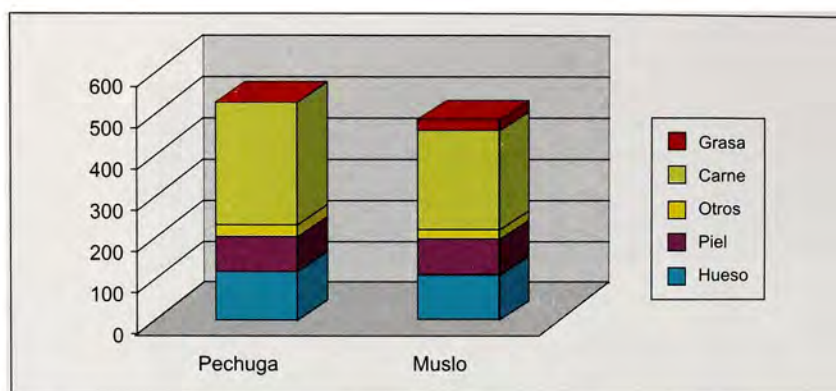
El cuadro 12 presenta los datos del análisis de composición de los novillos muestreados en establecimientos de faena. No se observan diferencias relevantes con la composición de los animales del experimento alimentados sobre la base de pasturas. El porcentaje de grasa intramuscular parece algo superior pero la prueba de hipótesis para muestras independientes de "t" no arroja diferencias estadísticamente significativas ( $t=1,05$   $p=N.S.$ ). La diferencia en el nivel de colesterol, aunque pequeña, sí resulta estadísticamente significativa ( $t=12,30$   $p=0,00$ ).

En la disección de las carcazas de los pollos parrilleros se observa que el peso promedio de los muslos es apenas inferior al de las pechugas (48% y 52% respectivamente). En la gráfica 2 se observa que los pesos de ambas porciones tienen un contenido muy similar en valor absoluto de hueso y piel. La mayor diferencia se da en los contenidos de carne y grasa: la pechuga mues-

tra mayor contenido de carne y el muslo mayor contenido de grasa.

**Cuadro 12** - Composición del músculo *longissimus dorsi* en novillos faenados en establecimientos de faena habilitados por el MGAP.

VARIABLES	Media	D.E.
% Humedad en Carne	72,46	1,53
% Proteínas en Carne	22,51	0,80
% Lípidos Intramuscular	4,11	1,49
% Cenizas en Carne	0,95	0,06
mg Colesterol/100 gr. Carne	59,26	1,69
<b>Ácidos grasos (%):</b>		
14:0	1,50	0,05
16:0	20,67	0,61
17:0	1,62	0,05
18:0	9,17	0,36
Total saturados	32,96	0,63
16:1	5,08	0,35
18:1	38,80	0,91
Total monosaturados	43,88	1,05
18:2	11,31	0,52
18:3	0,20	0,02
20:4	5,20	0,03
22:6	0,72	0,03
Total polinsaturados	17,43	0,55
Relación insaturados/saturados	1,86	0,04



**Gráfica 2** - Peso en gramos de los distintos componentes en pechugas y muslos de pollo obtenidos por disección de 50 medias canales (Uruguay 1999).

Quando se analizan comparativamente las distintas carnes con respecto a la bovina (gráfica 3) se observa que el contenido en colesterol intramuscular es superior en la carne de cerdo ( $t=13,10$ ;  $p=0,0000$ ) y pollo (pechuga  $t=6,15$ ;  $p=0,0000$  y muslo  $t=11,73$ ;  $p=0,0000$ ) e inferior en la de peces (bife de brótola  $t=15,5$ ;  $p=0,0000$  y bife de merluza  $t=17,14$ ;  $p=0,0000$ ).

Si se realiza el mismo análisis del colesterol intramuscular tomando como

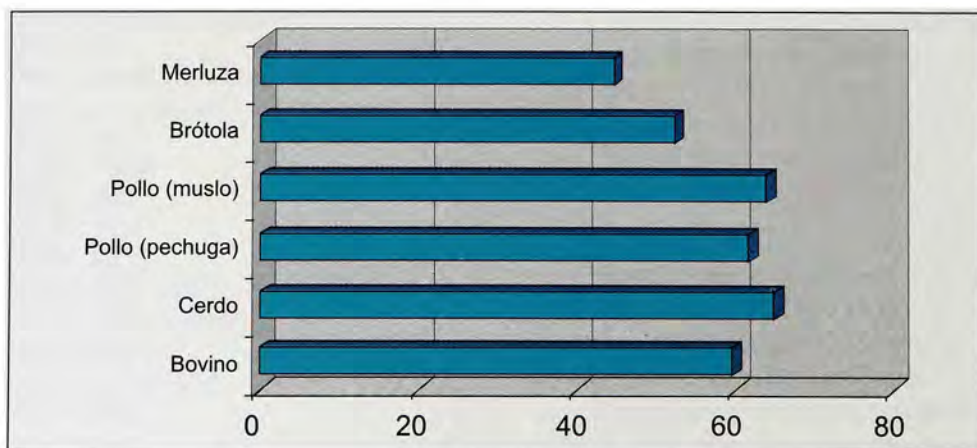
base la materia seca, los contenidos relativos varían y las diferencias entre especies se equiparan (cuadro 13).

La composición de la carne de las distintas especies analizadas muestra una gran variación. En la carne bovina las proteínas muestran los niveles más altos y la humedad ocupa un lugar intermedio; es la carne de mayor contenido proteico en relación al porcentaje de humedad (gráfica 4).

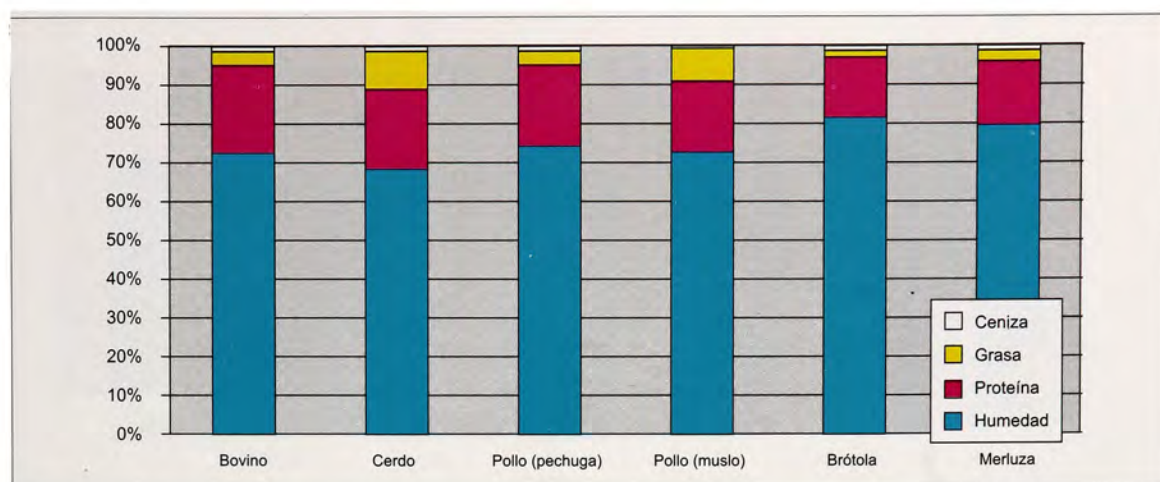
**Cuadro 13** - Colesterol intramuscular según especie animal (mg/100 g de carne base seca) (Uruguay 1999).

	mg	D.E.
pechuga	231,66	14,01
muslo	233,8	9,04
bife de merluza	222,63	22,92
bife de brótola	281,03	17,1
cerdo	208,39	18,14
bovinos	215,7	10,83

$t=1.83$   $p=0.0777$



**Gráfica 3** - Colesterol intramuscular según especie animal (mg/100g de carne) (Uruguay 1999).

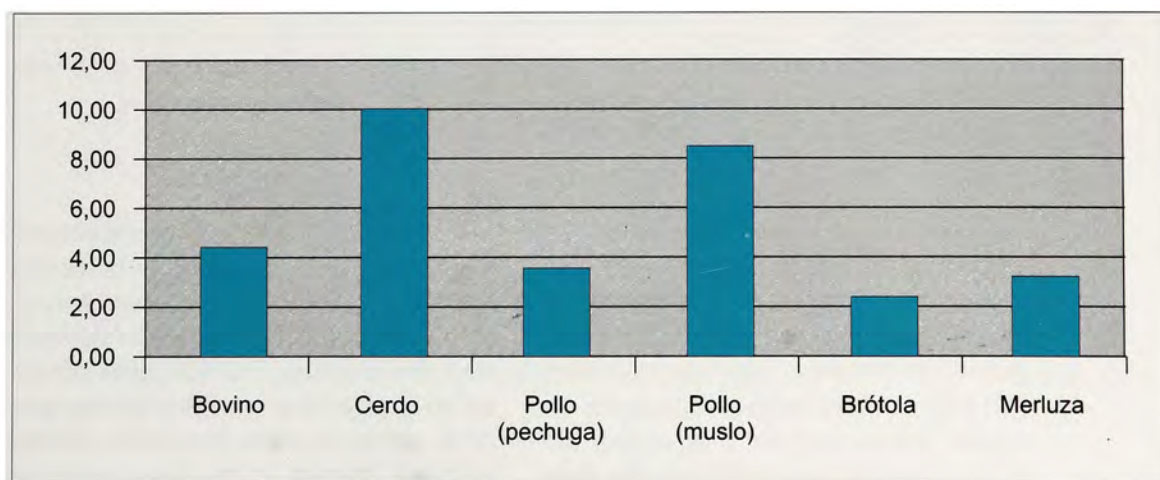


**Gráfica 4** - Composición de la carne muscular según especie animal (Uruguay 1999).

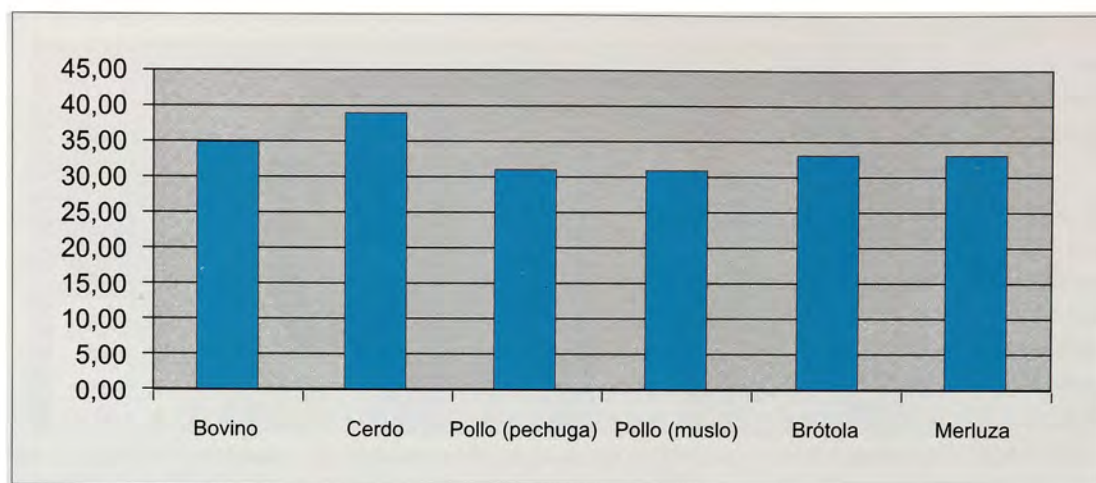
La composición en grasas se observa en la gráfica 5. La carne bovina aparece en un nivel intermedio, junto a la pechuga de pollo. La carne de cerdo y el muslo de pollo muestran un contenido mayor, mientras el bife de pescado es la carne que muestra el menor nivel. Si consideramos los contenidos sobre la base de materia seca las diferencias con pescado se hacen imperceptibles

(cerdo 31,9%, bovina 14,9%, pechuga 13,4%, muslo 30,8%, brotola 12,9% y merluza 15,8%).

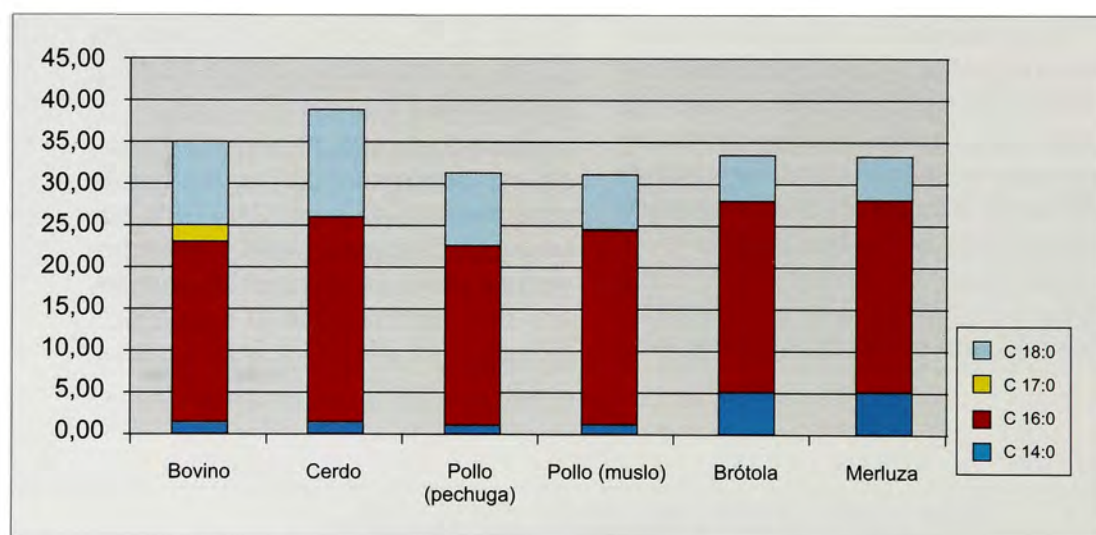
Cuando se estudia el perfil de ácidos grasos saturados, su contenido porcentual varía entre 31 y 39% entre las diferentes carnes. La carne bovina se ubica en un nivel intermedio, con casi 35% (gráfica 6). La proporción de cada uno de los ácidos grasos



**Gráfica 5** - Porcentaje de grasa intramuscular según especie (Uruguay 1999).



Gráfica 6 - Porcentaje de ácidos grasos saturados en la carne según especie (Uruguay 1999).

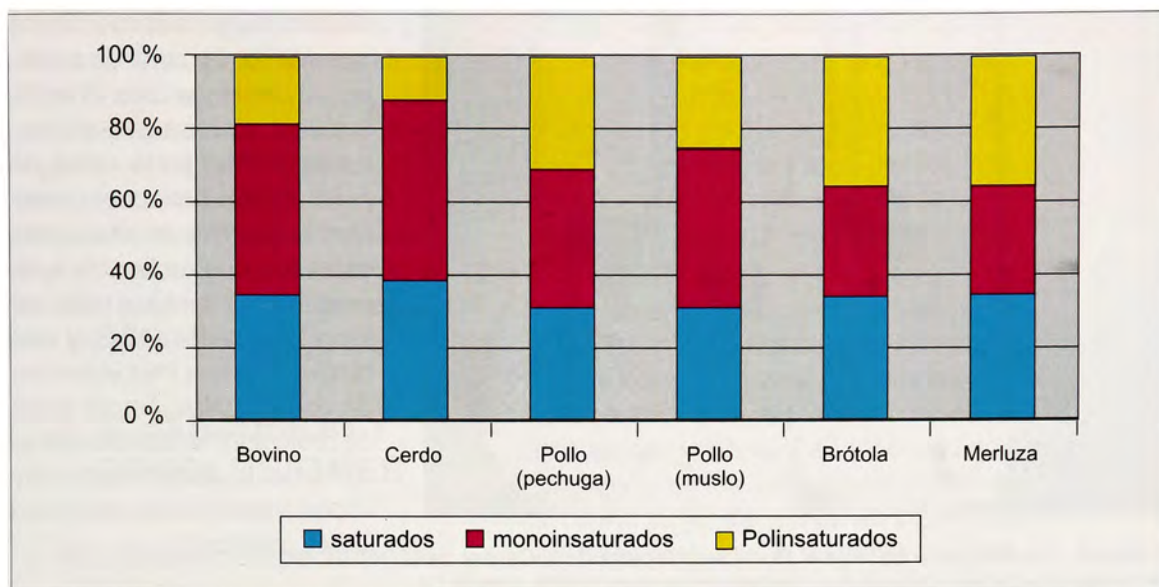


Gráfica 7 - Porcentaje de ácidos grasos saturados identificados en la carne según especie (Uruguay 1999).

saturados en forma individual se muestra en la gráfica 7. El 17:0 solo fue detectado en la carne bovina, el mirístico (C14:0) está en niveles superiores en pescado, el palmítico (C16:0) es igualmente abundante en todas las especies y el esteárico (C18:0) se encuentra en niveles más abundantes en el cerdo, seguido por el bovino.

Los ácidos grasos monoinsaturados que se encuentran en proporciones importantes en todas las carnes son el palmitoleico (16:1) y fundamentalmente el oleico (18:1). El ácido palmitoleico en bovinos está en un nivel similar que en la carne de pollo, los cerdos tienen un nivel inferior y los bifes tanto de brotola como merluza están en los niveles superiores (gráfica 8). En conjun-



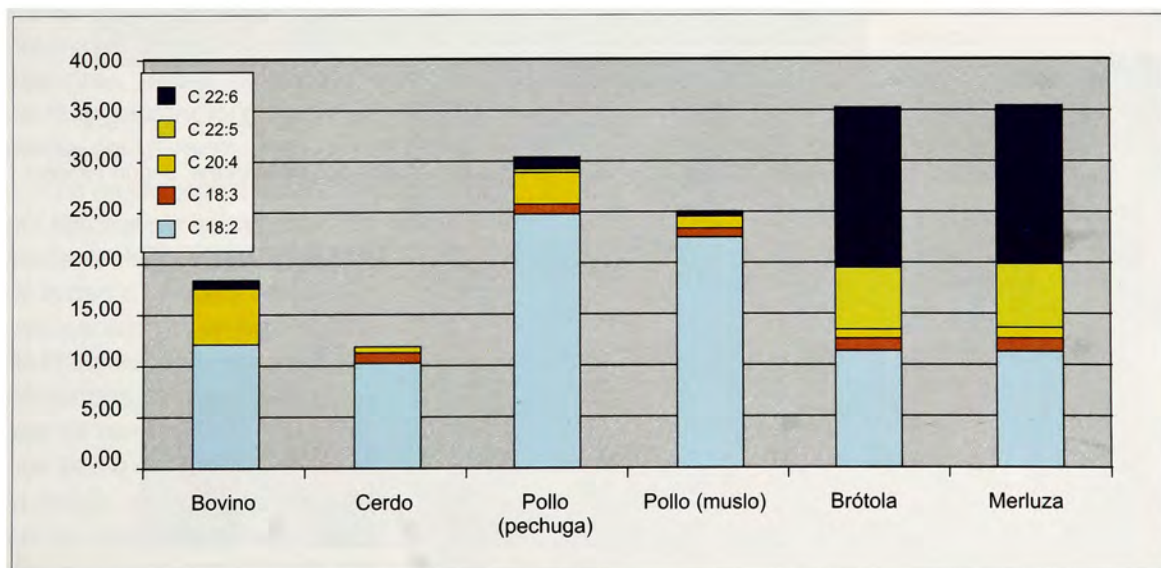


**Gráfica 8** - Porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados identificados en la carne según especie (Uruguay 1999).

to, la carne de cerdo y la carne bovina contienen los mayores niveles de ácidos grasos monoinsaturados.

Los ácidos grasos poliinsaturados detectados en las carnes fueron: linoleico

(18:2), linolénico (18:3), araquidónico (20:4), clupadónico (22:5) y cervónico (22:6). Los niveles globales más altos de poliinsaturados se encuentran en los bifes de brótola y merluza, seguidos por

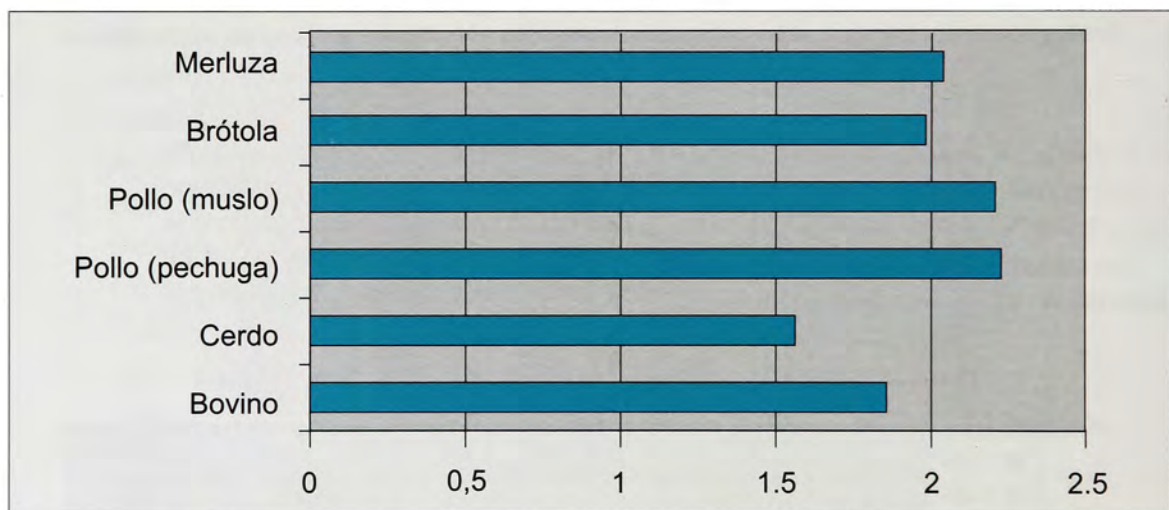


**Gráfica 9** - Porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados identificados en la carne según especie (Uruguay 1999).

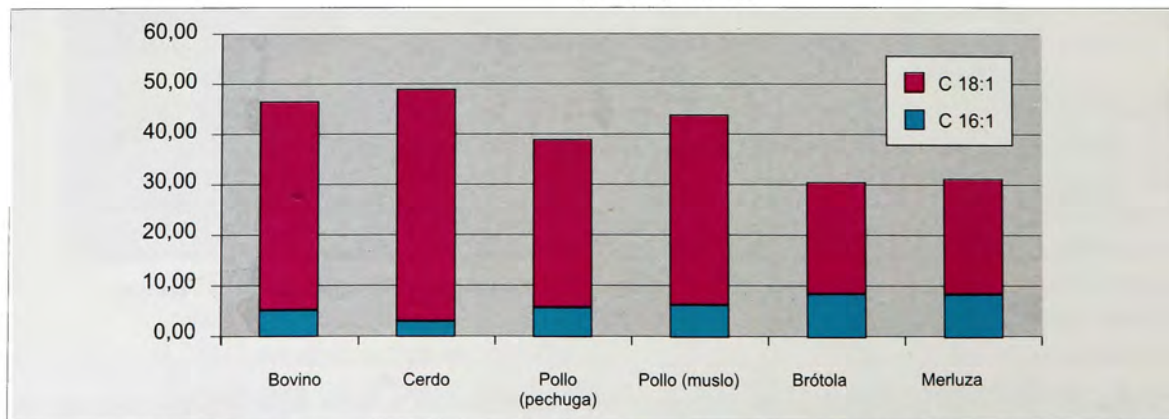


Foto 6 - De derecha a izq.: Heber Romazzo (Capatáz de la Central de Pruebas Hereford en Kiyú), la Dra. Virginia Urrestarazú, y el Dr. Andrés Gil.

el pollo, luego la carne bovina y por último la carne de cerdo, con el nivel más bajo. El ácido linoleico aparece en sus niveles más altos en la carne de pollo donde duplica el contenido con respecto a las otras carnes. La carne bovina aparece con contenidos más bajos de linolénico (18:3) y con niveles muchos más elevados de araquidónico. En los bifés de brótola y merluza se destaca como un componente muy importante el ácido cervónico (22:6) (gráfica 9).



Gráfica 10 - Relación entre ácidos grasos insaturados y saturados en la carne, según especie, (Uruguay 1999).



Gráfica 11 - Composición relativa de ácidos grasos en la carne, según especie, (Uruguay 1999).

La relación entre ácidos grasos insaturados y saturados evaluada en relación a la carne bovina, muestra niveles superiores en aves y pescado e inferiores en el cerdo (gráfica 10). Las relaciones más altas de ácidos grasos insaturados a saturados las tienen los bifés de pescado seguida por la carne de pollo, luego la carne bovina y por último la carne de cerdo (gráfica 11).

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Ensayo experimental

Al igual que en el ensayo anterior realizado en la Central Kiyú, se pudo comprobar que el sistema de alimentación determina los días en engorde, la edad de la faena y el nivel de terminación y conformación de la res. Los animales engordados sobre la base de granos llegaron en menor tiempo a la faena, por lo tanto más jóvenes y con mejores grados de terminación y conformación (cuadros 2 a 6). Por otro lado, si bien los niveles de engorde obtenidos en pasturas fueron inferiores, deben considerarse muy satisfactorios para la media del Uruguay.

Los rendimientos obtenidos por las reses a la faena fueron similares, lo mismo que el peso de la carne y hueso, tanto en el desosado como en la disección de la costilla. Esto indica que las diferencias de peso entre las reses de pasturas y las de granos se explican solamente por la mayor deposición de grasas en las segundas. Esta mayor deposición es corroborada por todos los indicadores que midieron grasa, donde se regis-

tró un nivel de engrasamiento superior en los animales de granos. La grasa intramuscular fue 32,5% superior en los animales de granos respecto a los de pasturas, diferencia que -si bien es inferior a la obtenida en el primer ensayo- se ajusta a lo observado en los ensayos del INTA (Argentina).

Los animales alimentados sobre la base de granos muestran, en forma consistente, un mayor engrasamiento. El volumen de grasa de recorte del desosado fue un 40% superior a la que se registró en los animales alimentados a pasturas, el de grasa de cobertura fue 64.6% superior, el de grasa cavitaria 65.4% superior y el marmoleado 74.1% superior (cuadro 3). La relación carne/grasa como indicadora de eficiencia muestra una superioridad notoria de los animales alimentados en régimen pastoril, lo que se observa en el cuadro 7.

El nivel de colesterol es más elevado en los animales alimentados sobre la base de granos, con una diferencia promedio de 1.2 mg por cada 100 gr de carne, respecto a los animales alimentados sobre pasturas (2.2% por encima). Si



**Foto 7** - Animales identificados para su posterior seguimiento en la faena



**Foto 8** - El Téc. Agr. Juan Méndez (encargado de la Central de Pruebas Hereford en Kiyú) tomando medidas de ancho de pierna.

bien estas diferencias son significativas, su impacto en la dieta (analizando únicamente este componente) es de corte modesto.

Cuando se analiza el perfil de los ácidos grasos saturados encontramos que el contenido por centual en los animales de pasturas es superior en 0.59 puntos porcentuales, diferencia atribui-



**Foto 9** - El Dr. Andrés Gil tomando la muestra del entrecot para posterior análisis.

ble al ácido palmítico (C16:0) (cuadro 8). Si bien podemos hablar de una diferencia consistente, el monto de la misma es insignificante e irrelevante considerando la gran diferencia en tenor graso entre estos 2 tipos de carne.

Los ácidos grasos monoinsaturados no presentan diferencias y tampoco es significativa la diferencia en poliinsaturados. Si miramos el balance en la relación poliinsaturados/saturados, ésta es favorable a los animales de pasturas, mostrándose consistentemente superiores a las observadas en animales

alimentados sobre la base de granos, aunque en forma también modesta (cuadro 10). Los cuadros 9 y 11 se refieren a los análisis lipídicos de la grasa de cobertura y muestran un panorama similar a los análisis de las carnes.

De esta experiencia se puede concluir que el sistema de alimentación, así como la velocidad de crecimiento, determina diferencias en la composición de la carcaza y en la composición de la carne. Los animales alimentados sobre la base de pasturas presentan superioridad por su menor contenido de colesterol, una mejor relación de ácidos grasos poliinsaturados/saturados y menor contenido total de grasa.

En consideración a la salud del consumidor, el contenido sustancialmente menor de grasa en los animales criados sobre la base de pasturas es el factor de mayor impacto. Desde el punto de vista productivo, el sistema pastoril es también el de mayor eficien-

cia, dado que la producción de grasa es la que requiere mayor cantidad de energía.

#### 4.2. Muestreo

De la comparación de los datos de composición cárnica de los novillos muestreados vs. los criados en pasturas en forma experimental, no se observan diferencias trascendentes. Por lo tanto, puede asumirse que los segundos representan adecuadamente la producción de nuestro país.

Los datos de pollos parrilleros muestran que la pechuga no tiene deposiciones de grasa, mientras que en el muslo este componente alcanza 6% del total. Esto se refleja a su vez en un mayor contenido de carne: la pechuga tiene 56% de carne y el muslo solo 48% (gráfica 2). En función de estos datos, la pechuga es claramente superior al muslo, pues a un mismo peso contiene más carne y menos grasa lo que favorece la salud del consumidor.

El posicionamiento de la carne bovina con relación a las otras especies cárnicas, considerando el contenido de grasa intramuscular, es excelente. En el gráfico 4 se observa que la proporción de grasa en la carne bovina es aproximadamente la mitad que en la de cerdo; lo mismo respecto al muslo de pollo. Comparándola con la pechuga de pollo y con los bifos de pescado (brótola y merluza) los niveles son muy similares.

La composición en ácidos grasos muestra a la carne bovina en un nivel intermedio, dado que presenta una mejor composición relativa que la carne de cerdo e inferior que la de los bifos de pescado (gráficas 6 a 11).



Foto 10 - Supervisión del desosado por el personal de INAC.

La carne bovina es la que tiene un mayor contenido proteico siendo superior en este aspecto a todas las carnes consideradas (gráfica 4).

La carne bovina aparece como superior por su menor contenido de colesterol intramuscular en relación con las carnes de cerdo y pollo (pechuga y muslo) y levemente inferior a la de bifos de pescado, debido al alto contenido en humedad que tiene éstas (gráfica 3).

Como conclusiones finales con relación a la salud del consumidor, puede establecerse que:

El sistema de producción sobre la base de pasturas determina una mejor composición de la carne, fundamentalmente en lo que tiene que ver con las grasas.

La carne bovina que Uruguay produce es altamente recomendable por su elevado contenido en proteínas y bajo contenido en grasa y colesterol, comparándola con la carne de las otras especies consideradas.

La carne de pasturas es un elemento fundamental para toda dieta saludable.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SANDLER, R.S.; LYLES, C.M.; PEIPINS, L.A.; Mc AULIFFE, C.A.; WOOSLEY, J.T.; KUPPER, L. 1993. Diet and risk of colorectal adenomas: macronutrients, cholesterol and fiber. *J. Natl Cancer Inst.* 85(11):884-891.
2. PEKKANEN, J.; LINN, S.; HEISS, G. et al. 1990. Ten-year mortality from cardiovascular disease in relation to cholesterol level among men with and without preexisting cardiovascular disease. *The New England Journal of Medicine.* June 14. 1700-1707.
3. GARCÍA, P.; CASAL, J.J. 1992. Lipids in longissimus muscle from grass or grain fed steers. 38th ICoMST Clemont-Ferrand 53-56.
4. WESTERLIN, D.B.; HEDRICH, H.B. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J Anim Sci* 48(6):1343-1348.
5. MAY, S.G.; DOLEZAL, G.; GILL, D.R.; RAY, F.K. and BUCHANAN. 1992. Effect of days fed, carcass grade traits and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *J Anim Sci* 70:444-453.
6. RULE, D.C.; BUSBOOM, J.R.; and KERCHER 1994. Effect of dietary canola on fatty acid composition of bovine adipose tissue, muscle, kidney, and liver. *J Anim Sci* 72:2735-2744.
7. RUMSEY, T.S.; OLTJEN, R.R.; BOVARD, K.P. and PRIODE, B.M. 1972. Influence of widely diverse finishing regimes and breeding on depot fat composition in beef cattle. *J Anim Sci* 35(5):1069-1075.
8. SOLOMON, M.B.; PURSEL, V.G.; PAROCZAY, E.W. and BOLT, D.J. 1994. Lipid composition of carcass tissue from transgenic pigs expressing a bovine growth hormone gene. *J Anim Sci* 72:1242-1246
9. WOOD, J.D.; ENSER, M. and WARRIS 1990. Reducing fat quantity: implications for meat quality and health. *Animal Biotechnology and the quality of meat production.* 69-84.
10. CROUSE, J.D.; CROSS, H.R. and SEIDEMAN, S.C. 1984. Effects of grass or grain diet on the quality of three beef muscles. *J Anim Sci* 58(3):619-624.
11. VAN KOEVERING, M.T.; GILL, D.R.; OWENS, D.R.; DOLEZAL, H.G. and STRACIA, C.A. 1995. Effect of time on feed on performance of feedlots steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscles. *J Anim Sci* 73:21-28.
12. DUCKETT, S.K.; WAGNER, D.G.; YATES, L.D.; DOLEZAL, H.G. and MAY, S.G. 1995. Effects of time on feed on beef nutrient composition. *J Anim Sci* 71:2079-2088.
13. BENNET, L.L.; HAMMOND, A.C.; WILLIAMS, M.J.; KUNKLE, W.E.; JOHNSON, D.D.; PRESTON, R.L. and MILLER, M.F. 1995. Performance, carcass yield, and carcass quality characteristics of steers finished on rhizoma peanut (*Arachis Glabrata*). Tropical grass pasture or concentrate. *J Anim Sci* 73:1881-1887.
14. PARK, S.W.; ADDIS, P. 1986. Identification and quantitative estimation of oxidized cholesterol derivatives in heated tallow. *J Agric Food Chem* 34:653-659.
15. PARK, S.W.; ADDIS, P. 1987. Cholesterol oxidation products in some muscle foods. *Journal of Food Science.* 52(6):1500-1503.
16. PIE, J.; SPAHIS, K.; SEILLAN C. 1991. Cholesterol oxidation in meat products during cooking and frozen storage. *J Agric Food Chem.* 39:250-254.
17. ZUBILLAGA, M.P.; MAERKER, G. 1991. Quantification of three cholesterol oxidation products in raw meat and chicken. *J of Food Science* 56(5):1194-1196.
18. AOCS. 1979. Official methods and tentative methods. 3rd edition American Oil Chemists. Champaign, IL, Method Cd 8-53.
19. AMSA. 1978. Guidelines for cookery and sensory evaluation of meat. Am. Meat Sci. Assoc., Chicago IL.
20. 1985. SAS/STAT. Guide for personal Computers (Version 6). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
21. SLOAN, E. 1994. Top ten trends to watch and work on. *Food Technology's.* July 89-100.
22. KU, P.; SMITH, E.; MAO I. 1986. Recent Canadian mortality trends. *Chronic Dis. Can.* 7:46-49.

23. HOPKINS, P.; WILLIAMS, R. 1981. A survey of 246 suggested coronary risk factors. *Atherosclerosis* 40:1-52
24. MACNAMARA, D.; KOLB, R.; PARKER, T.; BATWIN, H.; SAMUEL, P.; BROWN, C.; AHRENS, E. 1987. Heterogeneity of cholesterol homeostasis in man. Response to changes in dietary fat quality and cholesterol quantity. *J. Clin. Invest.* 79:1729-1739.
25. BOWMAN, M.; VANDOREN, J.; TAPER, L.; THYE, F.; RITCHWY, S. 1988. Effect of dietary fat and cholesterol on plasma lipids and lipoprotein fractions in normolipidemic men. *J. Nutr.* 118:555-560.
26. CONNOR, S.; ARTAUD-WILD, S.; CLASSIC-KOHN, C.; GUSTAFSON, J.; FLAVEIL, D.; HATCHER, L.; CONNOR, W. 1986. The cholesterol saturated fat index: an indication of the hypercholesterolaemic and atherogenic potential food. *Lancet.* 1:1229-1232.
27. DAVIGNON, J. 1977. Current views on the etiology and pathogenesis of atherosclerosis. In *Hypertension: physiopathology and treatment*. McGraw Hill. 961-989.
28. MYANT, N. 1981. *The biology of cholesterol and related steroids*. Heinemann, London.
29. MILLER, G.; MILLER, N. 1975. Plasma high density lipoprotein concentration and development of ischaemic heart disease. *Lancet* 1:16-19.
30. MILLER, N.; HAMMENT, F.; SALTISI, S.; RAO, S.; VAN ZELLER, H.; COLTAR, J.; LEWIS, B. 1981. Relation of angiographically defined coronary artery disease to plasma lipoprotein subfractions and apolipoproteins. *Br. Med. J.* 282:1741-1744.
31. KEY, A. 1980. *Seven countries. A multivariate analysis of death and coronary heart disease*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
32. HEGSTED, D.; AUSMAN, L. 1988. Diet, alcohol and coronary heart disease in men. *J. Nutr.* 118: 1184-1189.
33. KEY, A.; ANDERSON, J.; GRANDE, F. 1965. Serum cholesterol response to changes in the diet. IV. Particular saturated fatty acids in the diet. *Metabolism* 13:776-787.
34. BONAME, A.; GRUNDY, S. 1988. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoproteins levels. *N. Engl. J. Med.* 318:1244-1248
35. The report of the Scientific Review Committee. 1990. *Nutrition Recommendations*. 208 pages.
36. National Research Council. 1989. *RDA. Recommended Dietary Allowances. 10<sup>th</sup> Edition*. National Academic Press. 283 pages.
37. Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular. 1996. *Recomendaciones Nutricionales para la Salud Cardiovascular*. 50 páginas.
38. GIL, A. 1997. *Estudio de los niveles de colesterol y ácidos grasos en las carnes del Uruguay. Informe final*.