

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE NOVILLOS HIJOS  
DE PADRES CHAROLAIS, SALERS Y LIMOUSIN Y  
MADRES HEREFORD, ANGUS-HEREFORD Y RED  
POLL-HEREFORD**

*por*

**Martín ABREU CARDOZO  
Francisco BIANCO YOUNG  
Joaquín LASARGA ESCOBAR**

*TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo.*

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2007**

Tesis aprobada por:

Director:

---

Gimeno, Diego

---

Severino, Rúben

---

Franco, Juan

Fecha:

---

Autores:

---

Abreu Cardozo, Martín

---

Bianco Young, Francisco

---

Lasarga Escobar, Joaquín

## ***AGRADECIMIENTOS***

A los Ing. Agr. Diego Gimeno y Rúben Severinó por todo su apoyo y dedicación durante la realización de la tesis.

A nuestros familiares y amigos por acompañarnos durante la carrera, lo cual fue indispensable para lograr nuestros objetivos.

## **TABLA DE CONTENIDO**

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LOS CRUZAMIENTOS.....	3
2.2. EFECTOS GENÉTICOS USADOS EN CRUZAMIENTOS.....	4
2.2.1. <u>Heterosis</u> .....	4
2.2.2. <u>Complementariedad</u> .....	8
2.2.3. <u>Diferencias raciales</u> .....	9
2.3. CRITERIOS DE FAENA.....	15
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL.....	16
2.4.1. <u>Peso de carcasa caliente</u> .....	16
2.4.2. <u>Cortes valiosos</u> .....	23
2.4.3. <u>Área del ojo del bife</u> .....	26
2.4.4. <u>Grado de engrasamiento</u> .....	30
2.4.5. <u>pH</u> .....	33
2.4.5.1. Factores de manejo que influyen en la aparición de cortes oscuros.....	34
2.4.5.2. Influencia del genotipo en la aparición de cortes oscuros.....	36
2.5. OTROS FACTORES QUE AFECTAN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CARCASAS.....	38
2.5.1. <u>Edad de la madre</u> .....	38
2.5.2. <u>Edad del animal</u> .....	38
2.5.3. <u>Sexo</u> .....	38
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	40
3.1. MATERIALES.....	40
3.2. MODELO ESTADÍSTICO.....	42
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	43
4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS.....	43
4.2. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES.....	45
4.2.1. <u>Análisis de peso de carcasa caliente</u> .....	45
4.2.1.1. <u>Genotipo</u> .....	46
4.2.1.2. Otros efectos.....	48
4.2.2. <u>Análisis de cortes valiosos</u> .....	48

4.2.2.1. Genotipo.....	49
4.2.2.2. Otros efectos.....	50
4.2.3. <u>Análisis de área del ojo del bife</u> .....	50
4.2.3.1. Genotipo.....	51
4.2.3.2. Otros efectos.....	52
4.2.4. <u>Análisis de espesor de grasa en el punto P8</u> .....	53
4.2.4.1. Genotipo.....	54
4.2.4.2. Otros efectos.....	54
4.2.5. <u>Análisis de pH</u> .....	54
4.3. RESUMEN DE LOS RESULTADOS.....	57
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	58
6. <u>RESUMEN</u> .....	60
7. <u>SUMMARY</u> .....	61
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	62
9. <u>ANEXOS</u> .....	67

## ***LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES***

<b>Cuadro No.</b>	<b>Página</b>
1. Combinaciones raciales analizadas en este trabajo.....	2
2. Porcentaje de heterosis en rasgos de ganado para carne.....	5
3. Efectos de heterosis en peso vivo a los 20 meses de edad y características de carcasa.....	6
4. Estimación de heredabilidades para rasgos de carcasa a edad y/o tiempo de feedlot constantes .....	7
5. Estimación de las heredabilidades para las variables en carcasa.....	8
6. Grupos Biológicos de Razas Bovinas (MARC).....	10
7. Coeficiente de correlación entre los cortes y variables de la canal.....	17
8. Pesos de faena, canal, rendimiento y espesor de grasa de los distintos biotipos estudiados.....	18
9. Algunas características de las carcasas de 7 razas parentales, ajustadas por edad, peso de carcasa caliente y espesor de grasa subcutánea.....	19
10. Características de rasgos de carcasa para diferentes grupos de raza.....	22
11. Rendimiento pistola, proporción de cortes valiosos y rendimiento cárnico al desosado según genotipo.....	24
12. Peso de carcasa caliente, peso del corte pistola y cortes valiosos para los diferentes genotipos.....	24
13. Efecto de nueve razas parentales sobre el peso de carcasa y el AOB.....	28
14. Valores comparativos de AOB y espesor de grasa (a nivel del <i>L. dorsi</i> ) para algunas de las cruzas analizadas.....	30
15. Valores de pH a las 24 horas y porcentaje de rechazo (> 5,8) en las distintas cruzas.....	37

16. Número de animales por año de nacimiento según genotipo.....	43
17: Valores promedio del experimento de algunas variables de interés.....	44
18. Número de hijos según raza paterna y materna.....	44
19. Número de hijos según raza paterna, diferenciando la categoría de la raza materna.....	44
20. Resumen del análisis de varianza para PCC a los tres criterios finales.....	45
21. Medias de mínimos cuadrados de PCC en kilogramos según genotipos para los tres criterios finales constantes.....	46
22. Resumen del análisis de varianza para cortes valiosos a los tres criterios finales.....	48
23. Medias de mínimos cuadrados de cortes valiosos en kilogramos según genotipos para los tres criterios finales constantes .....	49
24. Resumen del análisis de varianza para AOB a los tres criterios finales.....	51
25. Medias de mínimos cuadrados de AOB en cm <sup>2</sup> según genotipos para los tres criterios finales constantes.....	51
26. Resumen del análisis de varianza para EGS en el punto P8 a peso y edad de faena constantes.....	53
27. Medias de mínimos cuadrados de EGS en el P8 en cm <sup>2</sup> según genotipos a peso y edad de faena constantes.....	54
28. Resumen del análisis de varianza para pH.....	55
29. Valores de pH según los distintos genotipos.....	55
30. Resultados de las cinco variables estudiadas en este trabajo.....	57

Figura No.

1. Variaciones entre y dentro de las razas para cortes valiosos (con 458 días de edad).....	12
2. Variaciones entre y dentro de las razas para grado de veteado.....	13
3. Relación entre el grado de veteado y el porcentaje de cortes valiosos.....	14

## 1. INTRODUCCIÓN

Uruguay se caracteriza por ser un país productor y exportador de carne. Este sector ocupa alrededor de 15,5 millones de hectáreas (año agrícola 2003-2004), siendo este valor un alto porcentaje del territorio nacional (94,4%). El Producto Bruto Interno (PBI) Agroindustrial representa el 58,1% del PBI Nacional, mientras que el PBI Agropecuario contribuye en un 35,2% del primero. Otra forma de medir la importancia relativa del rubro es estudiar su participación en las exportaciones del país. En tal sentido las exportaciones de carne bovina en el año 2004 fueron de 625 millones de dólares americanos, representando un 23,5% del total de las exportaciones del Uruguay (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2005).

Por muchos años se ha trabajado en el área de la producción en la búsqueda de tecnologías para lograr superar las limitantes de los sistemas de producción. Estas investigaciones buscan no sólo incrementar la producción con mejoras en la base forrajera, sino que apuntan también a los animales que hacen uso del forraje, buscando mejorar sus eficiencias de conversión en productos.

El mejoramiento genético a través de la utilización de sistemas de cruzamientos conjuntamente con sistemas de selección, puede ser una herramienta muy útil para mejorar los índices productivos, como también la composición y calidad de la canal. Estas tecnologías son complementarias y no sustitutivas.

Esto es posible gracias a la existencia de diversidad genética, tanto dentro de una misma raza como entre razas de un mismo origen o aún más de diferentes orígenes (mayor distancia génica).

Existen diversos trabajos que demuestran la existencia de diferencias significativas en las características deseadas y de importancia económica.

Varios de estos experimentos se han llevado a cabo en Uruguay, arrojando resultados positivos. Los mismos no llegan a los productores, entre otras causas, por la falta de difusión a nivel nacional, lo cual genera un bajo nivel de adopción comercial de la tecnología.

En diversos países (como por ejemplo Canadá y USA, Dartayete, 2005) las características de la canal no sólo son de importancia a nivel de la industria sino que forman parte del objetivo del productor. Esto es debido a que el precio recibido por este último es fijado mediante fórmulas que incluyen características de la canal, valorizando o depreciando el valor de la misma. En Uruguay estos tipos de sistemas de comercialización aún no son aplicados.

El objetivo de la tesis es caracterizar las canales, de novillos producto de cruzamientos entre padres: Limousin, Salers y Charolais, y madres puras Hereford y cruza Aberdeen Angus – Hereford y Red Poll – Hereford. Estas combinaciones raciales permiten analizar nueve genotipos diferentes, como se aprecia en el cuadro N° 1. Las características que serán estudiadas son: Peso de Carcasa Caliente (PCC), Cortes Valiosos, Área de Ojo de Bife (AOB), Grado de Engrasamiento y pH.

Cuadro N° 1: Combinaciones raciales analizadas en este trabajo.

Raza Paterna	Raza materna		
	Hereford (H)	A. Angus - H	Red Poll -H
Limousin	L – H	L - AH	L - RH
Salers	S – H	S - AH	S - RH
Charolais	Ch – H	C - AH	Ch - RH

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LOS CRUZAMIENTOS**

Los cruzamientos junto a la selección han sido y son dos grandes vías de mejoramiento genético animal. Ambas no son excluyentes sino complementarias.

La selección genética en las características como las que se estudiarán en el presente trabajo (características de la carcasa), debería ser generalmente efectiva. Sin embargo, la efectividad en una selección simultánea de varios caracteres puede ser más lenta por correlaciones genéticas antagónicas (Marshall, 2005).

Sin embargo existen algunos problemas para la selección de los caracteres de la canal, entre ellos se pueden mencionar:

1. Hay que matar el animal, o sea que selección individual no se puede.
2. Selección por progenie es costosa y aumenta el intervalo generacional.

El progreso genético de una determinada característica se logra más rápidamente mediante el uso de los cruzamientos con respecto a la selección (Gregory et al., 1993).

El término cruzamientos se puede definir de dos formas: una amplia y otra práctica. La primera define cruzamientos como el apareamiento de individuos menos emparentados que el promedio de la población. La segunda definición habla de cruzamientos como el apareamiento de individuos de diferentes poblaciones (distintas razas).

Rovira (1996) definió el término como el apareamiento de animales de diferentes razas o de sus cruza.

Los cruzamientos constituyen una herramienta genética muy importante ya que permiten aumentos en la productividad de los sistemas de producción animal. Esta herramienta se usa habitualmente en países con ganadería desarrollada como Estados Unidos de América, Canadá, Nueva Zelanda y en la zona templada de Australia donde entre el 80 y el 90% de los productores ganaderos la utilizan (Sundstrom et al., citados por Gimeno et al., 2002b). En el Uruguay según una encuesta realizada en 1994 a productores ganaderos pertenecientes a los grupos CREA, se vio que el 41 % se encontraba realizando cruzamientos en alguna parte de su rodeo de cría en sus predios (Aguilar y Brizolará, 1995).

Como cualquier otra tecnología, los cruzamientos se deben aplicar adecuadamente para obtener el mayor beneficio. Tanto las medidas de manejo como las herramientas genéticas no implican incrementos importantes de los costos. Se trata de tecnologías de habilidad administrativa que no se contraponen, sino que pueden aumentar la eficiencia

de las tecnologías de insumos (sanidad y nutrición) que si implican incrementos en los costos (Severino, citado por Gimeno et al., 2002b).

## **2.2. EFECTOS GENÉTICOS USADOS EN CRUZAMIENTOS**

Dentro de los sistemas de cruzamientos se puede utilizar (Aguirrezabala, 1992):

- 1) Las diferencias en valor de cría entre razas (diferencias raciales) y entre animales de una misma raza.
- 2) La heterosis o vigor híbrido.
- 3) La complementariedad entre los recursos genéticos y entre éstos y los ambientales.

### **2.2.1 Heterosis**

La heterosis o vigor híbrido es la diferencia en productividad entre los animales cruzas frente al promedio de los animales puros (razas parentales). Las características en donde se manifiesta con más intensidad el vigor híbrido son aquellas que poseen baja heredabilidad, tales como las relacionadas a los aspectos reproductivos. Por el contrario en aquellas de mediana a alta heredabilidad, el vigor híbrido es mucho menor (Rovira, 1996).

En producción de vacunos para carne existen tres tipos de heterosis (Sheridan, citado por Gimeno, 1991):

- 1) Individual, que es el incremento en producción de los animales cruzas (incluidos los recíprocos) con respecto al promedio de los animales de las razas parentales que no es atribuible a efectos paternos, maternos o ligados al sexo.
- 2) Maternal, o incremento en producción debido al uso de madres cruzas en relación a madres de raza pura.
- 3) Paternal, que mide la ventaja en usar padres cruzas v. puros en el comportamiento de la progenie.

El conocimiento de la base genética de la heterosis es fundamental para diseñar sistemas de cruzamientos, o la creación de razas compuestas.

De los tres tipos mencionados, la heterosis maternal en general es la más importante ocupando dos tercios del total de la ventaja del cruzamiento. Tiene más impacto debido al efecto de la acción reproductiva a partir de una más temprana pubertad, un mayor rango de concepción, un cruzamiento recíproco más rápido, mayor longevidad y la influencia maternal en el desempeño del ternero (Gosey, 2005). Este concepto es válido para los sistemas de producción americanos en donde los pesos al destete son un

componente determinante en la producción. En tanto en Uruguay, la importancia relativa del peso al destete es menor y se juega un papel importante a partir del destete.

La heterosis es el fenómeno contrario a la consanguinidad. Por ello, la magnitud del mejoramiento que puede lograrse a través de la misma dependerá de la variación entre las poblaciones a cruzar. Cuanto mayor sea la distancia genética (diferencia) de las razas que se cruzan, mayor será la magnitud de la heterosis esperada. La mayor heterosis se encuentra por ejemplo en los cruzamientos entre *Bos indicus* (Brahman) y *Bos taurus* (razas europeas) ya que no tienen ancestros en común.

La máxima heterosis es obtenida en el primer cruzamiento de diferentes razas. El cruzamiento recíproco con una de las razas parentales (como por ejemplo en un sistema rotacional) reduciría la heterosis (y por lo tanto una reducción en la producción) (Gosey, 2005).

La heterosis puede impactar en muchos rasgos pero es especialmente usada para mejorar el rendimiento en rasgos de baja heredabilidad como los reproductivos y el crecimiento temprano (Gosey, 2005). Ver cuadro N° 2.

Cuadro N° 2: Porcentaje de heterosis en rasgos de ganado para carne.

Rasgo	Heterosis (%)
Peso al destete	13
Peso al año	4
Rasgos de carcasa	3
Longevidad	25

Fuente: adaptado de Gosey (2005).

Como se indica en el cuadro N° 2, la magnitud de los efectos de la heterosis en las características que se estudiarán en este trabajo (rasgos de carcasa) es baja. Sin embargo la utilización de cruzamientos para mejorar estas características puede ser beneficioso, explicado por otros efectos no heteróticos (complementariedad y/o diferencias raciales).

Johnson et al. (1986), compararon algunas características de carcasa de novillos puros y cruza de las razas Angus y Hereford. Los animales fueron faenados a 20 meses de edad con una alimentación en base a pasturas. En este trabajo, encontraron heterosis significativa ( $P < 0.001$ ) para: peso vivo desbastado, peso de carcasa caliente, porcentaje de rendimiento, espesor de grasa, área de ojo de bife y grado de exportación a edad de faena constante. Sin embargo, al ajustar por peso de carcasa caliente, la heterosis fue significativa ( $P < 0.05$ ) solo para porcentaje de rendimiento y espesor de grasa (ver cuadro N° 3). Los mismos autores, años más tarde (1992) obtuvieron resultados similares a los anteriores. Gregory et al., citados por Arauz y Constantin (1996) también coincidieron con estos resultados. La falta de heterosis en las características de carcasa al ajustar por peso, indica que si los novillos hubieron sido faenados al mismo

peso, en lugar de a la misma edad, seguramente no hubieran existido diferencias en composición de carcasas entre puros y cruzas (Arcauz y Constantin, 1996).

Cuadro N° 3: Efectos de heterosis en peso vivo a los 20 meses de edad y características de carcasa.

Raza del padre	Raza de la madre	Peso vivo desbastado (Kg.)	Peso de carcasa caliente (Kg.)	Rendimiento (%)	Espesor de grasa (mm.)	AOB (cm. <sup>2</sup> )
<b>EDAD DE FAENA CONSTANTE (618 días)</b>						
A	A	282,7	153,5	54,3	3,4	65
H	A	325,4	178,5	54,9	4,3	67,3
A	H	318,8	176,7	55,4	4,3	67,8
H	H	311,9	168,1	53,8	3,4	62,4
<b>Heterosis</b>						
Unidades		24,9*	16,8*	1*	0,9*	3,9*
%		8,4	10,4	1,9	26,5	6,1
<b>PESO DE CARCASA CONSTANTE (169 Kg.)</b>						
A	A			53,4	3,9	69,9
H	A			53	4,1	66,5
A	H			53,3	4,2	67,4
H	H			52,6	3,4	63,8
<b>Heterosis</b>						
Unidades				0,4**	0,5**	0,1
%				0,7	13,7	0,1

\*: P<0,001    \*\*: P<0,05.

Fuente: adaptado de Johnson et al. (1986).

Analizando el cuadro N° 3 se puede apreciar nuevamente que la heterosis para las características de la carcasa en general es baja, aunque se pueden encontrar datos de distintos trabajos que presenten valores de heterosis más altos. No obstante, el uso de cruzamientos para mejorar estas características puede ser beneficioso ya que se explotan otros efectos (complementariedad y/o diferencias raciales).

Por otro lado, es importante conocer que existe una relación entre la heterosis de las diferentes características o grupo de caracteres y los valores de heredabilidad ( $h^2$ ) que presentan las mismas. Dicha relación es inversa; los caracteres asociados a los rasgos de carcasa presentan heredabilidades altas y por lo tanto, la magnitud de la heterosis esperada al cruzar será baja. Para las características asociadas a la reproducción ocurre lo contrario.

Las heredabilidades estimadas fueron generalmente moderadas a altas para los rasgos de carcasa a edad y/o tiempo en feedlot constante (Marshall, 1994). Según Cardellino y Rovira (1987) los valores de  $h^2$  varían según el grupo de caracteres. Existen cuatro grandes grupos de caracteres:

- 1) Los referentes a la reproducción (intervalo entre partos, largo de gestación, entre otros) tienen heredabilidades bajas entre 0,05 y 0,15.
- 2) Productivos (ganancia de peso, eficiencia alimentaria y otros) tienen valores medio a altos entre 0,2 y 0,4.
- 3) Calidad de los productos (características de la carcasa y otros) tiene valores altos entre 0,45 y 0,6.
- 4) Esqueléticas o anatómicas que tienen heredabilidades altas mayores a 0,5.

Cuadro N° 4: Estimación de heredabilidades para rasgos de carcasa a edad y/o tiempo de feedlot constantes.

Rasgos	Autores*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso de carcasa	0,68	0,43	0,48	0,44	0,31	0,33	-	0,38	0,31	0,34
AOB	0,28	0,56	0,40	-	0,28	0,01	0,60	0,51	0,32	-
Espesor de grasa	0,68	0,41	0,52	-	0,24	-	-	-	0,26	-
Veteado	0,34	0,40	0,47	-	-	-	0,45	0,31	0,26	0,35
Cortes valiosos (%)	-	0,63	0,49	-	0,23	-	-	-	-	0,26
Cortes valiosos (Kg.)	0,38	0,58	-	0,45	-	-	-	-	-	-
Grasa de recorte (Kg.)	0,94	0,47	-	0,5	-	-	-	-	-	-
Grasa de recorte (%)	-	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-
Hueso (Kg.)	-	0,56	0,57	-	-	-	-	-	-	-
Hueso (%)	-	0,31	-	-	-	-	0,09	-	-	-

\*Autores: 1) Koch (1978), 2) Koch et al. (1982), 3) Benyshek (1981), 4) MacNeil et al. (1984), 5) Lamb et al. (1990), 6) Reynolds et al. (1991), 7) Van Vleck et al. (1992), 8) Veseth et al. (1993), 9) Wilson et al. (1993), 10) ASA (1993).

Fuente: adaptado de Marshall (1994).

A partir del cuadro anterior, se puede concluir que todos los autores revisados por Marshall (1994) coinciden conceptualmente con los datos presentados por Rovira y Cardellino (1987).

En el siguiente cuadro se presentan los datos nacionales y más recientes de la estimación de las heredabilidades para los diferentes rasgos de la carcasa a edad constante.

Cuadro N° 5: Estimación de las heredabilidades para las variables en carcasa.

Variables	Herdabilidad
Peso de carcasa caliente (Kg.)	0,63
Peso Cortes Valiosos (Kg.)	0,34
Peso Corte Pistola (Kg.)	0,57
Area del ojo del bife (cm. <sup>2</sup> )	0,34
Espesor de grasa subcutánea GS 10ª costilla (mm.)	0,22
EGS P8 (mm.)	0,16

Fuente: adaptado de Dartayete (2005).

El PCC y el peso del corte pistola tuvieron estimaciones de heredabilidades altas, mientras que el AOB y el peso de los Cortes Valiosos presentaron heredabilidades medias. Por su parte, las estimaciones de las medidas de EGS (a nivel de décima costilla y en el punto P8) fueron las que tuvieron las menores estimaciones (Dartayete, 2005).

### **2.2.2. Complementariedad**

Marshall (1994) concluyó que los efectos de la heterosis parecen no mejorar la composición de la carcasa, sin embargo, los cruzamientos pueden beneficiar potencialmente la composición de la carcasa a través de la complementariedad de las características de las razas (peso de carcasa, productos valiosos y calidad de la carcasa). Las contribuciones potenciales para el mejoramiento en la composición de la carcasa resultante del cruzamiento, puede ser resultado primeramente de la complementariedad genética más que de la heterosis.

Además de utilizar las diferencias genéticas entre y dentro de las razas y el vigor híbrido maternal e individual, los sistemas de cruzamientos pueden utilizar una herramienta importante: la complementariedad. Esta se podría definir como la sincronización de los recursos genéticos con que se cuenta con los recursos ambientales del sistema de producción, de modo que mejore la eficiencia del conjunto. Es la capacidad de combinar adecuadamente los recursos genéticos elegidos en una forma tal que sean capaces de utilizar eficientemente los recursos nutricionales y de manejo existentes en el sistema de producción (Aguirrezabala, 1992).

Cartwright, citado por Gimeno (1991), define el término complementariedad, como el resultado de la manera en que dos o más características se combinan o complementan, medida en la unidad de producción.

La utilización de la complementariedad, que no es excluyente de la heterosis, se basa en la conjunción en los animales cruce de dos caracteres que son importantes en las razas puras originales. Si por ejemplo se cruce la raza A que es muy prolífica con la raza B que muestra una muy alta eficiencia de conversión alimenticia, los cruces serán a la vez fértiles y buenos convertidores, y por lo tanto económicamente más rentables

(Mezzadra, 2002). Lo que se obtendrá son más animales (por ser la hembra más prolífica) y dichos animales serán más eficientes. Se logra combinar lo bueno de una raza (prolificidad) con lo bueno en la otra raza (eficiencia de conversión del alimento).

A modo de ejemplo, si seleccionamos para la fase maternal una vaca pequeña de modo que tenga bajos requerimientos energéticos para mantenimiento, que además tenga alta eficiencia reproductiva y habilidad materna, y para la fase terminal un producto de alta capacidad de crecimiento, eficiencia de conversión y calidad de producto; utilizaremos la complementariedad cuando logremos un sistema que combine adecuadamente esos recursos de modo que puedan coexistir las vacas cruza pequeñas con sus productos (terneros) de las características antedichas y que ambos utilicen recursos forrajeros adecuados a sus necesidades y a los objetivos económicos que deben cumplir en el sistema (Aguirrezabala, 1992).

### **2.2.3. Diferencias raciales**

Es importante conocer las características que identifican a cada raza o grupo de razas ya que únicamente de esta manera es que se podrá realizar un correcto manejo del mejoramiento genético. Para ello a continuación se menciona una breve introducción a las principales diferencias que caracterizan a cada grupo de razas.

Existen dos grandes grupos raciales: *Bos taurus* y el *Bos indicus*. En el primero se encuentran las razas continentales (Charolais, Simmental, Limousin) y británicas (Hereford, Angus, Shorthorn, Red Poll), mientras que en el segundo grupo se encuentran las razas índicas como Nelore, Brahman, entre otras.

Los dos grandes grupos de razas anteriormente mencionados, se diferencian entre sí tanto en características productivas como reproductivas. Dentro del grupo pertenecientes al *Bos taurus*, las razas continentales, se caracterizan por tener un tamaño adulto medio a grande, altas tasas de crecimiento, gran desarrollo muscular y alto rendimiento carnicero, mientras que las británicas tienen un tamaño adulto pequeño a medio, desarrollo muscular moderado y alta calidad carnicera.

Las razas índicas se caracterizan por tener un tamaño adulto medio a grande, media a altas tasas de crecimiento, un bajo a medio rendimiento carnicero y una gran adaptabilidad a ambientes adversos (altas temperaturas, forrajes de baja calidad, tolerancia a parásitos, etc.).

El siguiente cuadro permite ubicar a un conjunto de razas de acuerdo a tres características productivas.

Cuadro N° 6: Grupos Biológicos de Razas Bovinas (MARC).

Grupo de Raza	Tasa de crecimiento y tamaño adulto	Relación músculo/grasa	Veteado (grasa intramuscular)
Jersey (J)	X	X	XXXX
Longhorn (Lh)	X	XXX	XX
Wagyu (W)	X	XXX	* XXXX
<i>Hereford (H)</i>	XXXX	XX	XXX
<i>Angus (A)</i>	XXXX	XX	XXXX
<i>Red Poll (R)</i>	XX	XX	XXX
Devon (D)	XX	XX	XXX
Shorthorn (Sh)	XXXX	XX	XXXX
Galloway (Gw)	XX	XXX	XXX
South Devon (Sd)	XXX	XXX	XXXX
Tarentaise (T)	XXX	XXX	XX
Pinzaguier (P)	XXXX	XXX	XXX
Brangus (Bn)	XXXX	XXX	XXX
Santa Gertrudis (Sg)	XXXX	XXX	XXX
Sahiwal (Sw)	XX	XXXX	XX
Brahman (Bm)	XXXX	XXXX	XX
Nellore (N)	XXXX	XXX	XX
Braunvieh (B)	XXX	XXXX	XXX
Gelbvieh (G)	XXXX	XXXXX	X
Holstein (Ho)	XXXXX	XXXX	XXX
Maine Anjou ((M)	XXXXX	XXXX	XX
<i>Salers (Sa)</i>	XXXX	XXXX	XX
Piedmontese (Pm)	XX	XXXXXX	X
<i>Limousin (L)</i>	XXXX	XXXXX	X
<i>Charolais (C)</i>	XXXXX	XXXXX	XX
Chianina (Ci)	XXXXX	XXXXX	XX

Incrementos en el número de "X" indica un aumento relativo de los valores

Fuente: adaptado de Cundiff et al. (1993a), Cundiff (1993b).

Las diferencias en el valor de cría (o diferencias raciales) entre razas y animales son las diferencias en capacidad genética que tienen las razas y animales para producir un determinado nivel de alguna característica de interés. Usar las diferencias entre razas significa, entonces, elegir aquellas razas que tienen los valores genéticos superiores para el rol que nosotros deseamos que cumplan en el sistema. Por lo tanto, elegiremos entre las razas disponibles, aquellas que sean mejores en las características maternas (tamaño pequeño, facilidad de parto, buena capacidad para crecimiento de sus terneros) para la fase o segmento maternal del sistema, y para la fase terminal, en cambio, razas que posean gran capacidad de crecimiento, eficiencia de conversión, peso al nacer no excesivamente alto y adecuada calidad de producto final. Una vez que seleccionemos el o las razas para utilizar en cada segmento, aún tenemos la posibilidad de mejorar la eficiencia de cada uno de ellos utilizando la variación dentro de cada raza, seleccionando los animales de valor de cría más adecuado en las características de importancia económica (Aguirrezabala, 1992).

Gregory et al. (1993) consideraron que para una eficiente utilización de las diferencias raciales hay que considerar tres aspectos básicos:

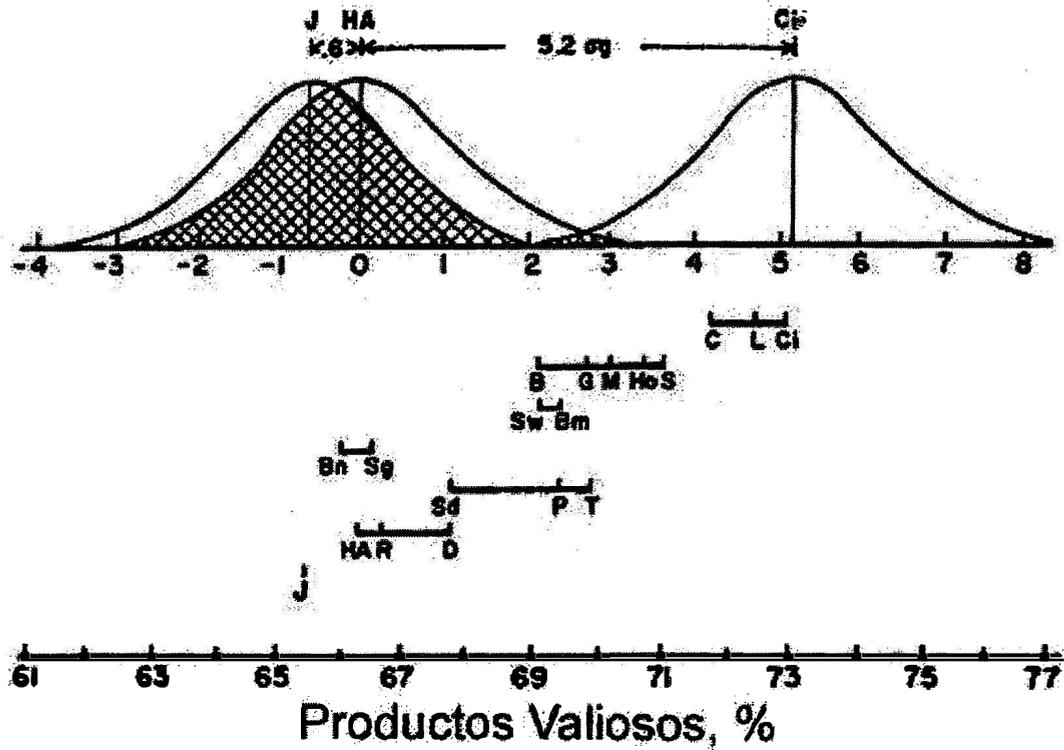
- 1- Evaluación exacta de los recursos de producción con respecto a la disponibilidad de estos y los costos.
- 2- Una exacta evaluación de los requerimientos del mercado, valorando las diferencias en la composición de la carcasa asociado con el grado de producción y el grado de calidad.
- 3- Una caracterización exacta de las razas y sus caracteres.

El programa de evaluación de U. S. Meat Animal Research Center, arrojó evidencias de que la variación genética entre razas es similar a la magnitud de la variación genética dentro de una misma raza, para muchos de los rasgos económicamente relevantes (Gregory et al., 1993).

Los mismos autores concluyeron que las diferencias raciales en rasgos económicamente relevantes son un importante recurso genético y pueden ser usadas para mejorar y mantener los niveles de performance que son óptimos para las diferentes producciones y sistemas de mercado. Además usar las diferencias raciales optimiza la producción y los rasgos de carcasa, y el cruzamiento puede ser organizado para mejorar y mantener altos niveles de heterosis.

Cundiff (1988) estudió la magnitud de algunas diferencias raciales. En el caso de características de la carcasa como cortes valiosos y veteado se presentan a continuación en las figuras N° 1, N° 2. Dicho autor también analizó la relación entre ambas características y estos resultados se presentan en la figura N° 3.

Figura N° 1: Variaciones entre y dentro de las razas para cortes valiosos (con 458 días de edad).

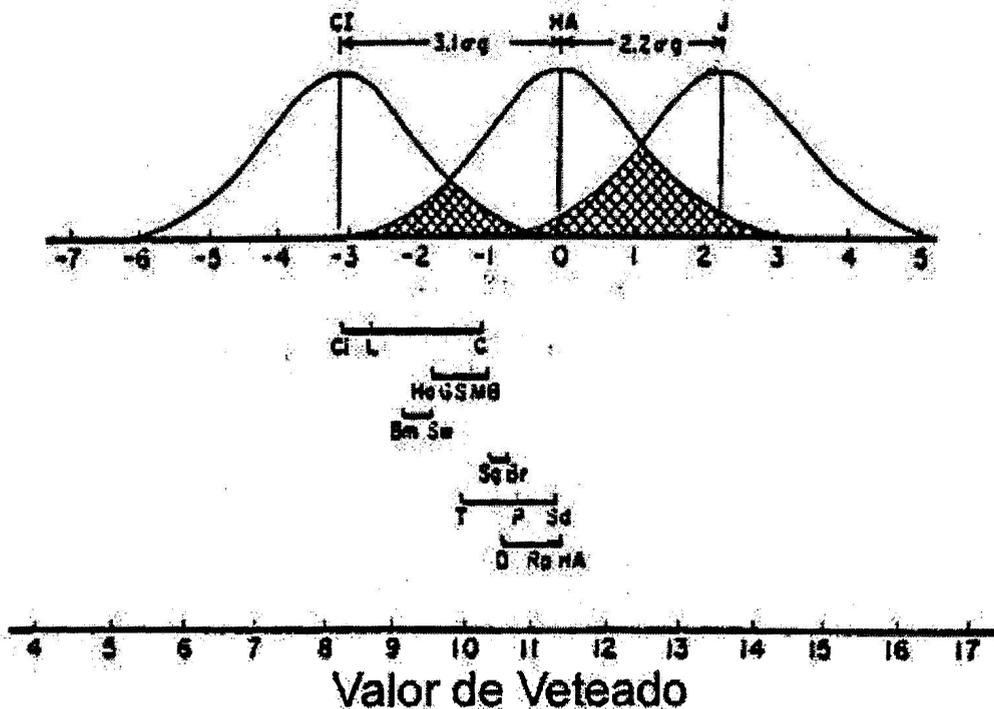


Fuente: Cundiff (1988). Por nomenclatura ver cuadro N° 6

Los hijos de padres de razas con mayor tamaño (por ejemplo Ci, C, L), producen significativamente más cortes valiosos que los terneros hijos de padres de razas de menor tamaño (por ejemplo J) (Cundiff, 1988). Ver figura N° 1.

La variación entre las razas en productos valiosos a los 458 días de edad, está asociada a la variación en peso de carcasa y a la composición de la carcasa (% de cortes valiosos), Cundiff (1988).

Figura N° 2: Variaciones entre y dentro de las razas para grado de veteado.



Fuente: Cundiff (1988). Por nomenclatura ver cuadro N° 6.

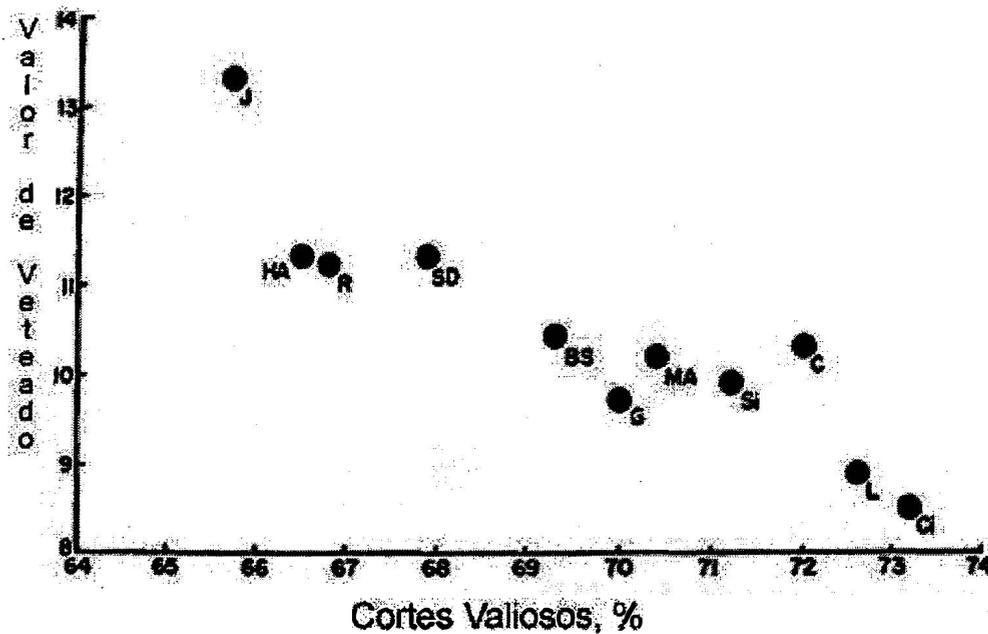
Existe una variación genética significativa entre y dentro de las razas para el veteado. El rango de variabilidad entre las razas es similar al rango de variación entre animales dentro de una misma raza (Cundiff, 1988).

Dentro de la raza la heredabilidad del veteado es alta (0,40). También la heredabilidad de la diferencia entre razas es alta (100%). Sin embargo es mucho más fácil usar la información de variación entre razas que dentro de una misma raza, en lo que respecta al veteado. Esto se debe a la dificultad que presenta medir el veteado en animales vivos (Cundiff, 1988), sin embargo en la actualidad es posible medir el veteado en candidatos a la selección mediante ecografía.

En un programa de cruzamientos, al intentar mejorar una característica se debe considerar la correlación genética de la misma con otra. Por dicha relación, al mejorar la característica deseada se puede estar incidiendo en otra característica (tanto negativa como positivamente).

Como ejemplo del concepto anterior, las razas que tienen los mayores niveles de cortes valiosos son las que tienen los menores grados de veteado. Existe por lo tanto un antagonismo entre el grado de veteado y cortes valiosos. Similar correlación genética negativa entre veteado y cortes valiosos fue encontrada dentro de una misma raza. De esta manera al mejorar el grado de veteado tanto entre como dentro de las razas se disminuye el porcentaje de cortes valiosos (Cundiff, 1988) (ver figura N° 3).

Figura N° 3: Relación entre el grado de veteado y el porcentaje de cortes valiosos.



Fuente: Cundiff (1988). Por nomenclatura ver cuadro N° 6.

### 2.3. CRITERIOS DE FAENA

En situaciones de producción, el criterio para la faena de un animal se determina por la combinación de tres factores: edad (o tiempo de alimentación), peso vivo y grado de gordura estimado por apreciación visual. Cuando se evalúan animales es importante asegurarse que la medida de los rasgos fue realizada a un punto final constante, permitiendo que los animales puedan ser comparados legítimamente unos contra los otros. Sin embargo es raramente realizable la medida exacta de los animales a un mismo punto. Como resultado las medidas individuales son ajustadas a un punto final constante permitiendo una comparación válida entre animales (Blake Devitt, 2000).

Las posibilidades que existen para el ajuste de punto final son:

- 1- Edad constante: cuando el PCC y el AOB son ajustados a edad constante, ellos reflejan diferencias en las tasas de crecimiento. La edad constante asume que la tasa de cambio en los rasgos de la carcasa es constante a lo largo del periodo de crecimiento para todos los animales, y esto no es siempre así. La tasa de deposición y proporción de incremento del músculo grasa y hueso varían (Swatland, citado por Blake Devitt, 2000). Por ejemplo, en un animal que alcanzó su madurez fisiológica la tasa de deposición de grasa aumenta en relación a la de músculo y luego baja. La edad en que esto ocurre depende de la raza, el sexo y las condiciones ambientales. Por esto el ajuste a edad constante puede no ser apropiado cuando se trata con poblaciones de muchas razas (Blake Devitt, 2000).
- 2- Peso vivo constante (previo a la faena): esto asume que cuando el animal crece en peso, los rasgos de la carcasa cambian linealmente. El ajuste por peso vivo da como resultado que el AOB se convierta en una mejor medida de musculación si la comparamos con el ajuste a edad constante. Sin embargo, mientras que las diferencias en el AOB asociadas al peso vivo son eliminadas, se podría esperar que el AOB presente diferentes características a peso constante que a edad constante (Blake Devitt, 2000).
- 3- Grado de terminación o de engrasamiento constante: llevar los animales a un punto final de nivel de grasa es parecido al criterio o método que utilizan los productores (Ritchie, citado por Blake Devitt, 2000). Por ejemplo, un nivel de grasa menor a 4 milímetros resulta en un encogimiento en la carcasa y pérdidas de líquido (Swatland, citado por Blake Devitt, 2000). Cuando el nivel de grasa está en exceso (10 milímetros) resulta en una pérdida excesiva de cortes y una disminución del músculo *Longissimus*. La expresión de los rasgos de la carcasa en términos de nivel de grasa constante es claramente aplicable a situaciones industriales. Herring et al. (1994) encontraron que el nivel de grasa es el factor más importante que afecta la predicción de carne vendible y el porcentaje de cortes valiosos en las carcasas (Blake Devitt, 2000).

## ***2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL***

Las características que determinan la calidad de la canal presentan una amplia variabilidad y son el resultado de la interacción de un elevado número de factores, tales como el peso, la raza, el sexo, la alimentación, etc., que en gran medida contribuyen a definir el valor comercial del animal. Dentro de los factores mencionados anteriormente existe un consenso entre los diferentes autores, que la raza es uno de los que tiene mayor impacto en la calidad de la canal (Sañudo et al., citados por Franco et al., 2002b), evidenciándose una importante variabilidad dentro y entre razas sobre la calidad de la canal y de la carne (Marshall, citado por Franco et al., 2002b).

Caracterizar es poder determinar los atributos particulares de algo de manera que se pueda distinguir claramente de los demás. En este caso, caracterizar las diferentes canales de los novillos en estudio, consiste en medir y evaluar un conjunto de características de esa canal de manera de poder distinguir, jerarquizar o armar grupos entre los diferentes genotipos en cuestión.

En esta tesis los atributos seleccionados para caracterizar las canales son: Peso de Carcasa Caliente (PCC), Cortes Valiosos, Área de Ojo de Bife (AOB), Grado de Engrasamiento y pH.

A continuación se definirán estos parámetros, sus formas de medición, los antecedentes que existen y su importancia relativa.

### ***2.4.1. Peso de carcasa caliente***

El peso de la carcasa se mide normalmente a nivel de la planta de faena, en general se utiliza el peso de carcasa caliente (PCC). El PCC en nuestro país es lo que comúnmente se denomina peso de segunda balanza.

El rendimiento se define como cociente entre el peso de la canal y el peso de faena, expresado en porcentaje. Dado que actualmente el peso en segunda balanza se ha adoptado en forma generalizada por la industria como sistema de pago, uno de los factores importantes a analizar es el rendimiento de la canal (Franco et al., 2002b). Existen dos grandes grupos de factores que afectan el rendimiento: genéticos y ambientales. Por lo tanto, para una evaluación del efecto genético en el rendimiento se deben considerar los efectos ambientales tales como distancia recorrida, tiempo de espera, alimentación y otros. Estos últimos son fácilmente modificables con medidas de manejo y requeriría de un estudio detallado el cual excede los objetivos de esta tesis.

De acuerdo a los sistemas de pago que se utilizan en distintos países, altos porcentajes de rendimiento pueden incrementar el retorno económico del productor (Purchas, citado por Franco et al., 2002b).

En el 2002, de los Campos et al. realizaron un estudio de predicción de cortes considerando las correlaciones entre las variables de la canal (PCC, espesor de grasa subcutánea, AOB y dentición) y los cortes y/o agregados de los mismos (ver cuadro N° 7).

Cuadro N° 7: Coeficiente de correlación entre los cortes y variables de la canal.

	Correlaciones			
	PCC	AOB	EGS	Dentición
Cortes del delantero	0,97**	0,53**	0,14 NS	0,36**
Cortes del trasero	0,94**	0,60**	0,03 NS	0,32**
Bife	0,79**	0,63**	0,16 NS	0,27**
Lomo	0,83**	0,43**	0,03 NS	0,28**
Cuadril s/tapa	0,90**	0,50**	0,04 NS	0,35**
Rump	0,92**	0,59**	0,01 NS	0,33**

Fuente: adaptado de de los Campos et al. (2002)

El peso de la canal caliente es siempre el mejor predictor del peso de los cortes. Esto destaca la importancia de basar los sistemas de valorización en el peso en segunda balanza (de los Campos, 2002).

El peso de faena y el grado de terminación, son criterios utilizados por la industria, para la determinación de compra de haciendas al sector productivo, dado que estos van a determinar el peso de canal así como los pesos mínimos de corte, requeridos para los diferentes mercados de exportación (Franco et al., 2002b).

Franco et al. (2002b) comparando las cruzas Hereford (H)-Angus (A), Nelore (N)-H y Salers (S)-H con H-H puro; obtuvieron diferencias importantes en el peso de faena para los biotipos estudiados, utilizando como criterio de evaluación, el grado de terminación. La raza H y la cruce con A, lograron los menores pesos de faena, no diferenciándose entre ellos. Las cruzas con S alcanzaron los mayores pesos, mientras que con N, se obtuvieron valores intermedios (Ver cuadro N° 8). Estas diferencias se explican por que las razas N y S, son de madurez tardía con relación a las razas británicas analizadas, por lo que tienden a presentar pesos de faena y pesos de canal superiores, cuando utilizamos el mismo grado de terminación como criterio de faena (Franco et al., 2002b).

Cuadro N° 8: Pesos de faena, canal, rendimiento y espesor de grasa de los distintos biotipos estudiados.

	Peso faena (Kg.)	Peso canal (Kg.)	Rendimiento (%)	Espesor de grasa (mm.)	
				10 <sup>a</sup> costilla	Punto P8
Hereford-Hereford	454,9 a	242,6 a	53,4 a	7,0 a	10,3 a
Angus-Hereford	462,7 a	252,5 b	54,6 b	7,2 a	10,5 a
Nelore-Hereford	485,9 b	281,3 c	58,1 c	6,6 a	10,8 a
Salers-Hereford	495,1 c	273,1 d	55,2 d	6,0 a	9,2 b

Fuente: Franco et al. (2002b).

En general las razas de madurez tardía, tienen un menor porcentaje de grasa en la canal y mayores proporciones de músculo y hueso, lo que requiere llevarlas a mayores pesos de faena, para alcanzar el mismo grado de terminación (Gregory, citado por Franco et al., 2002b).

Franco et al. (2002b) trabajando con las razas mencionadas anteriormente, encontraron que todas las cruza evaluadas obtuvieron rendimientos superiores a la raza pura.

Los resultados obtenidos por los mismos autores son coincidentes con los reportados por varios trabajos, que obtuvieron altos rendimientos de canal del *Bos indicus* comparando con *Bos taurus*. Wheeler et al., citados por Franco et al. (2002b), encontraron mayores porcentajes de rendimiento en cruza Nelore con relación a cruza H-A (64,2% v. 62,1%) respectivamente y de otras razas europeas como las Salers (62,3%). Esta superioridad del *Bos indicus*, ha sido atribuida al menor peso del tracto gastrointestinal y su contenido, en relación a otras razas y cruza (Wythes y Ramsay, Koch et al., citados por Franco et al., 2002b).

Resultados similares encontraron Pittaluga et al. (1996), con pesos similares de faena. El mayor rendimiento de los novillos Bradford (54,5%) frente al de los novillos Hereford (51,7%), determinó mayor peso de media res (133,6 Kg. v. 124,8 Kg.;  $p < 0,05$ ), respectivamente. Los mismos autores encontraron diferencias significativas en el peso de la media res a distintas edades de faena (2 y 3 años, 121,5 Kg. v. 135,9 Kg. respectivamente).

Arthur et al. (1995) trabajando con animales hijos de padres Angus (A), Cahrolais (Ch) y Hereford (H) y madres Hereford-Hereford (HH), Braman-H (BH), Simmental-H (SH) y Friesian-H (FH); y faenados a tres edades (9, 15 y 27 meses) encontraron diferencias significativas para peso de carcasa caliente, AOB y espesor de grasa en el punto P8. Los novillos hijos de padres Ch tuvieron mayor peso de carcasa caliente que los hijos de padres A y H (360,7 Kg. v. 332,0 Kg. y 323,5 Kg. respectivamente). Por otro lado los novillos hijos de madres BH, SH y FH fueron significativamente más

pesados que los novillos hijos de madres HH (335,2 Kg., 357,1 Kg., 349,7 Kg. v. 311,2 Kg. respectivamente).

En el cuadro N° 9 se presentan los resultados obtenidos por Wheeler et al. (2005), en el se comparan algunas características de 7 razas parentales ajustando por edad, peso de carcasa caliente y espesor de grasa subcutánea.

Cuadro N° 9: Algunas características de las carcasas de 7 razas parentales, ajustadas por edad, peso de carcasa caliente y espesor de grasa subcutánea.

Característica	Raza paterna	Edad (445 días)	PCC (363 Kg.)	EGS (1,1 cm.)
Peso de Carcasa Caliente(Kg.)	Hereford	364	-	345
	Angus	379	-	347
	Red Angus	368	-	343
	Limousin	361	-	381
	Simmental	376	-	396
	Gelbvieh	363	-	389
	Charolais	375	-	405
Espesor de Grasa subcutánea (cm.)	Hereford	1,26	1,31	-
	Angus	1,46	1,37	-
	Red Angus	1,35	1,35	-
	Limousin	0,94	0,96	-
	Simmental	0,94	0,81	-
	Gelbvieh	0,90	0,90	-
	Charolais	0,87	0,76	-
Area de Ojo de bife(cm. <sup>2</sup> )	Hereford	79,5	80,1	79,8
	Angus	82,9	83,2	82,9
	Red Angus	78,4	78,9	78,5
	Limousin	89,9	90,0	90,3
	Simmental	87,6	87,3	88,0
	Gelbvieh	86,5	86,5	87,1
	Charolais	88,7	88,4	89,3

Fuente: adaptado de Wheeler et al. (2005).

En cuanto al peso de carcasa a edad constante, Wheeler et al. (2005) indicaron que no existieron diferencias ( $P < 0,05$ ) entre razas británicas y continentales europeas. Mientras que a espesor de grasa subcutánea constante las carcasas de los animales hijos de padres de las razas británicas, son mas livianas ( $P < 0,05$ ) que aquellas de animales hijos de padres de razas continentales europeas.

En una comparación entre hijos de padres Limousin e hijos de padres Charolais utilizadas como cruza terminal realizada por Dhuyvetter et al., citados por Arcauz y Constantin (1996), concluyeron que los novillos cruza de padres Charolais produjeron 7 Kg. más de carcasa ( $P < 0,01$ ) y 22 gramos más de carcasa por día de edad ( $P < 0,01$ ) y presentaron menor contenido de grasa interna y externa que los novillos de padres Limousin. En lo que respecta al porcentaje de rendimiento, los novillos cruza Limousin, fueron mayores que los Charolais (64,4 v. 63,9%  $P < 0,01$ ).

Arcauz y Constantin (1996), no encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ) para PCC entre HH y CH, pero sí entre LH y HH, y LC y CH (HH = 246 Kg., CH = 246,5 Kg. y LH = 251,4 Kg.), tanto a peso como a edad de faena constante.

A su vez DeRouen et al. (1992) encontraron que carcasas de razas Charolais tuvieron significativamente más PCC y mayor cantidad de carne vendible con respecto a Angus y Hereford. En tal sentido las carcasas de animales Charolais fueron significativamente superiores en 42,5 y 32 Kg. de PCC que Angus y Hereford respectivamente ( $P < 0,01$ ).

Gaines et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) en un ensayo sobre tres razas británicas (Hereford, Angus y Shorthorn) utilizándolas como razas puras, cruza simple, triples y retrocruzas; analizaron diferentes características de la carcasa: peso, AOB, largo de carcasa, espesor de grasa y veteado. Ajustando por edad, los novillos cruza fueron 9,1 Kg. más pesados que el promedio de las razas puras. La diferencia entre cruza simple y triple fue muy pequeña.

Otros resultados como los obtenidos por Koch, citado por Wheeler et al. (2005), indicaron que las carcasas de razas continentales fueron entre 10 y 20 Kg. más pesadas que las cruza con razas británicas a edad constante.

Gregory et al. (1994a), encontraron que las carcasas de animales de razas continentales europeas (Limousin y Charolais) tuvieron mayor cantidad de carne comercializable que las carcasas de animales de las razas británicas (Hereford, Angus y Red Poll). Los resultados obtenidos por estos autores son en promedio de 240,5 Kg. y 199,7 Kg. para las razas continentales y británicas respectivamente (carne comercializable con un espesor de grasa de 8 mm.).

Hedrick et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) trabajando con cruzamientos entre las razas, Angus, Hereford y Charolais, mencionaron efectos significativos de la raza del padre y de la madre en los resultados obtenidos. Las carcasas de padres y madres Charolais fueron más pesadas, tuvieron mayor AOB, menor espesor de grasa en la 12ª costilla, menor grasa de recorte y mayor porcentaje de cortes de carnicería que la progenie de padres y madres Angus o Hereford.

Mientras tanto, Long y Gregory, citados por Arcauz y Constantin (1996) aplicando un manejo de alta alimentación desde el destete, encontraron que los novillos de padres o madres Angus presentaban altos porcentajes de rendimiento y mayores pesos de carcasa que los novillos de padres o madres Hereford ( $P < 0,01$ ).

Otros resultados de Koch et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) indican que Angus y Hereford resultaron similares en todas las características (peso de faena, peso de carcasa, porcentaje de cortes de carnicería, de hueso) excepto por el mayor contenido de grasa intramuscular del Angus. Esta última raza se caracterizó por ser menor al promedio en peso de faena, peso de carcasa y porcentaje de cortes de carnicería y de hueso; pero mayor al promedio en grasa subcutánea, intramuscular y grasa de recorte. En cuanto a las razas de gran tamaño, Charolais y Simmental no difirieron entre ellas significativamente en ninguna característica, y se destacaron por sus mayores pesos finales y de carcasa, porcentaje de cortes de carnicería y de hueso y menores índices de cobertura de grasa, intramuscular y grasa de recortes. En cambio Limousin presentó un peso final y de carcasa similar a Angus y Hereford, pero la grasa intramuscular y la composición de la carcasa fue similar a Charolais.

Por otro lado, Gregory et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) evaluando nueve razas parentales, concluyeron que el efecto de la raza fue importante ( $P < 0,01$ ) en el peso de la carcasa, rendimiento, espesor de grasa y el porcentaje y peso de hueso, grasa y músculo. La raza Hereford fue la más liviana en el peso de faena pero no existieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) con Angus, Red Poll y Limousin. En cambio Charolais, Simmental, Gelbvieh, Pinzaguer y Braunvieh fueron las razas más pesadas sin existir diferencias significativas entre ellas. Lo mismo ocurrió con el peso de carcasa, pero siendo Pinzaguer y Limousin intermedias; Hereford fue la más liviana pero sin diferir ( $P < 0,05$ ) con Red Poll y Angus. En lo que respecta al porcentaje de rendimiento, Limousin fue superior a todas las razas Charolais y Angus intermedias y las demás fueron menores. El espesor de grasa ajustado de la 12ª costilla varió entre 0,36 cm. en Gelbvieh a 1,18 cm. en Angus.

En el Cuadro N° 10 se presentan algunas características de la carcasa para los diferentes grupos raciales. Esta información es de utilidad ya que permite posicionar las diferentes razas según las características analizadas, y permite una mejor comprensión y complementación de la información que se presentará en los capítulos siguientes.

A continuación se presenta un cuadro comparando las diferentes razas según las diferentes características de carcasas.

Cuadro N° 10: Características de rasgos de carcasa para diferentes grupos de raza.

Grupo de Raza	PCC Kg.	EGS cm.	AOB cm. <sup>2</sup>	Producto comercializable % *	Recorte de grasa % *
Jersey	274	1,12	66,6	66,9 (176)	20,7 (55)
Longhorn	264	0,94	69,3	69,4 (177)	18,0 (47)
<b>Original HAx</b>	<b>297</b>	<b>1,57</b>	<b>70</b>	<b>67,1 (191)</b>	<b>21,0 (61)</b>
<b>Actual HAx</b>	<b>321</b>	<b>1,60</b>	<b>72,2</b>	<b>67,2 (209)</b>	<b>20,4 (64)</b>
<b>Red Poll</b>	<b>284</b>	<b>1,32</b>	<b>78,8</b>	<b>67,4 (185)</b>	<b>20,1 (56)</b>
Devon	289	1,35	69	68,5 (190)	--
Shorthorn	321	1,24	71,5	67,0 (207)	20,1 (63)
Galloway	287	1,22	72,8	69,7 (193)	17,8 (50)
South Devon	305	1,27	73,1	68,1 (200)	19,6 (59)
Tarentaise	299	1,07	72,4	69,2 (200)	18,3 (54)
Pinzagger	297	1,09	72,8	69,3 (198)	17,1 (52)
Brangus	296	1,37	66,8	66,8 (191)	--
Santa Gertrudis	310	1,45	67,4	67,3 (201)	--
Sahiwal	288	1,32	69,7	69,2 (192)	18,5 (52)
Brahman	310	1,35	71,6	69,2 (207)	18,3 (56)
Nellore	315	1,24	73,1	69,2 (211)	18,4 (57)
Braunvieh	305	1,04	75,2	69,5 (204)	17,2 (53)
Gelbvieh	311	0,99	77,4	70,2 (210)	16,8 (59)
Holstein	300	1,02	69,4	71,8 (217)	--
Simmental	315	0,94	76,6	70,1 (213)	16,5 (52)
Maine Anjou	320	0,97	79,2	70,1 (216)	16,4 (51)
<b>Salers</b>	<b>321</b>	<b>1,04</b>	<b>77,2</b>	<b>70,0 (217)</b>	<b>17,1 (53)</b>
Piedmontese	310	0,79	85,1	73,4 (260)	14,3 (43)
<b>Limousin</b>	<b>303</b>	<b>0,99</b>	<b>79,2</b>	<b>71,5 (208)</b>	<b>15,9 (48)</b>
<b>Original Charolais</b>	<b>322</b>	<b>0,94</b>	<b>79,9</b>	<b>71,1 (220)</b>	<b>16,0 (48)</b>
<b>Actual Charolais</b>	<b>339</b>	<b>0,91</b>	<b>81</b>	<b>70,2 (229)</b>	<b>16,4 (53)</b>
Chianina	314	0,81	80,2	71,9 (217)	13,9 (43)

Fuente: adaptado de Cundiff et al. (1993a).

(\*) Entre paréntesis se expresa el valor en kilogramos.

En cuanto a las razas involucradas en esta tesis, se puede apreciar que las mismas se pueden caracterizar claramente agrupándolas en dos grupos. Las razas británicas (Angus, Hereford y Red Poll) presentan en promedio menores pesos de carcasa, mayor espesor de grasa, menor AOB y menor cantidad de carne comercializable con respecto a las continentales (Salers, Limousin y Charolais).

Por otro lado, dentro de las razas Angus y Hereford, ha habido un incremento en cuanto al peso de carcasa si comparamos el HA original y HA actual, posiblemente como consecuencia de la selección genética hacia animales de mayor tamaño. Para la raza Charolais ocurre lo mismo. En este sentido, se puede apreciar que el peso de carcasa de Hereford y Angus actuales, es similar al peso de carcasa de Salers y de Charolais original, e incluso valores mayores con respecto a Limousin. El incremento en el tamaño de una raza, implica un cambio positivo o negativo dependiendo de cada sistema y cada objetivo de producción.

A modo de resumen se podría recalcar en general la coincidencia de los diferentes autores revisados, en cuanto a que para la característica PCC las cruces con razas continentales europeas obtienen mayores pesos que las cruces con razas británicas. Sin embargo (Wheeler et al., 2005) no encontraron diferencias entre razas británicas y continentales. Una posible causa de estos resultados podría ser el uso de distintas líneas dentro de las razas utilizadas (por ejemplo la utilización de animales de razas británicas de mayor tamaño que el promedio de la raza). Otra posible causa es la fecha de realización de los distintos trabajos, en donde los trabajos más viejos presentaban animales Hereford de menor tamaño mientras que los más contemporáneos utilizaron animales más grandes producto de la selección genética.

De los atributos de la canal, el PCC es el mejor predictor de los kilogramos de cortes, tanto del delantero como del trasero.

#### **2.4.2. Cortes valiosos**

Además del PCC y rendimiento, es importante conocer la composición regional de la canal. Esto tiene relevancia desde el punto de vista económico, principalmente para la industria.

En el “corte pistola” se encuentran los cortes de mayor valor comercial y dentro de estos los pertenecientes al llamado “Rump and Loin” (bife angosto, cuadril y lomo) (Franco et al., 2002b). El corte pistola es preparado a partir del cuarto trasero una vez extraídos el flanco abdominal (vacío), el asado y las porciones de falda y pecho cuando correspondan (INAC s.f.). La comercialización de estos cortes se realiza como carne desosada, por lo que es importante cuantificar la relación pistola/canal y el rendimiento cárnico del “corte pistola” (Franco et al., 2002b).

En el cuadro siguiente se presentan los resultados obtenidos por Franco et al. (2002b), trabajando con los genotipos: Hereford-Hereford, Angus-Hereford, Nelore-Hereford y Salers-Hereford.

Cuadro 11: Rendimiento pistola, proporción de cortes valiosos y rendimiento cárnico al desosado según genotipo.

	H-H	A-H	N-H	S-H	
Rendimiento Pistola (%)	42,5a	41,4b	43,3c	43,1c	**
Carne vendible (%)	64,6a	65,5ab	65,5ab	66,1b	*
Cortes Valiosos (%)	21,8	22,2	21,9	22,0	Ns
Hueso (%)	22,3a	22,0a	20,5b	21,9a	**
Grasa (%)	8,8a	8,6a	8,3a	7,0b	**
Relación músculo/hueso	2,92	3,02	3,29	3,04	
Relación músculo/grasa	6,63	7,12	8,66	8,95	

Nota: \* = significativo  $Pr < 0.05$ , \*\* muy significativo,  $Pr < 0.01$ , ns = no significativo  $Pr > 0.05$ .

Fuente: Franco et al. (2002b).

En lo que respecta al porcentaje de cortes valiosos los resultados obtenidos por Franco et al. (2002b) indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) entre los diferentes genotipos estudiados. Sin embargo, cuando se analiza el valor absoluto de cortes valiosos (es decir, tomando en cuenta al peso de carcasa de cada genotipo), los resultados muestran ciertas diferencias que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 12: Peso de carcasa caliente, peso del corte pistola y cortes valiosos para los diferentes genotipos.

	H-H	A-H	N-H	S-H
PCC (Kg.)	242,6	252,5	281,3	273,1
Peso del pistola (Kg.)	103,1	104,5	121,8	117,7
Cortes Valiosos (%)	21,8	22,2	21,9	22,0
Cortes Valiosos (Kg.)	22,5	23,2	26,7	25,9

Fuente: adaptado de Franco et al. (2002b).

Analizando el cuadro anterior se puede decir que todos los genotipos cruzas superan al puro en cantidad absoluta (Kg.) de cortes valiosos y que dentro de los cruzas se destacan el N-H y S-H con respecto al A-H.

En relación al rendimiento pistola, podemos apreciar que existen diferencias significativas entre las distintas cruzas. No existieron diferencias significativas entre las cruzas con razas índicas (N-H) y con razas continentales (S-H). Sin embargo, sí existieron diferencias de estas dos cruzas con respecto a la crusa de razas británicas (A-

H) y la raza pura. Los mayores porcentajes del rendimiento fueron alcanzados por las cruza Nelore y Salers; la raza Hereford presenta los valores intermedios y la cruce entre las razas británicas los más bajos.

Si analizamos los valores de carne vendible en relación al corte pistola, obtenidos por Franco et al. (2002b); vemos que la cruce Salers fue la que obtuvo los valores más altos (66,1%) difiriendo de la raza Hereford. Las cruza con Nelore y con Angus alcanzaron valores intermedios, no diferenciándose de los demás. Koch et al., citados por Franco et al. (2002b), analizando el rendimiento de carne vendible en relación a toda la canal, encontraron valores del orden de 66,8% en las cruza Angus-Hereford, mientras que las *Bos indicus* obtuvieron rendimientos superiores (68,3%).

En el mismo sentido, Wheeler et al. (1997) analizando las razas incluidas en el Ciclo IV del Proyecto de Evaluación de Germoplasma de Nebraska, encontraron un rendimiento de carne comercializable de 66,1% para la cruce Hereford-Angus, 68,7% para las cruza Nelore y 69,6% para las cruza Salers.

Estos mismos autores encontraron pequeñas diferencias en los porcentajes de hueso, con valores superiores en las cruza con Salers (+0,2%) y menores en las cruza Angus-Hereford. El porcentaje de grasa fue menor tanto para las cruza Nelore (-1,7%) como para las cruza Salers (-2,9%).

Wheeler et al. (1997), trabajando con hijos de padres de las razas Hereford, Angus, Longhorn, Piedmontese, Charolais, Salers, Galloway, Nelore y Shorthorn; concluyeron que las carcasas de los hijos de padres Charolais y Piedmontese produjeron mayores pesos de los cortes valiosos que todas las demás razas.

Wheeler et al. (2005) encontraron que a peso o edad constante Angus y Red Angus tuvieron un menor porcentaje de hueso que Gelbvieh y Charolais. A gordura constante, Limousin tuvo menor porcentaje de hueso que Hereford, mientras que a veteado constante no hubo efecto de la raza.

A peso constante de carcasas, las razas continentales tuvieron el mayor porcentaje en rendimiento de cortes valiosos y las británicas los menores. En cambio, a gordura constante la raza no tuvo efecto en esta característica (Wheeler et al., 2005). Mientras que a edad constante, los mismos autores, encontraron que carcasas continentales tuvieron mayor rendimiento de cortes valiosos, Hereford intermedio y Angus el más bajo porcentaje de rendimiento de cortes valiosos. Por último, manteniendo el veteado constante, se encontró que la Hereford tuvo menor porcentaje en rendimiento de cortes valiosos que todas las otras razas excepto Limousin.

Las diferencias entre las razas en rendimiento cárnico, son generalmente atribuibles a los niveles de engrasamiento. A pesar de esto, no es la única razón explicativa, y en los casos en los cuales se evalúan diferentes biotipos raciales a un mismo nivel de

engrasamiento, puede ser explicado en función de una mayor relación músculo/hueso (Purchas, citado por Franco et al., 2002b).

Cundiff (1993b) trabajando con cruzas de razas británicas y continentales v. razas puras, encontró que las cruzas británicas-continentales tuvieron mayor porcentaje de cortes valiosos que las cruzas británicas-británicas.

Las razas continentales europeas tuvieron mayor peso de los cortes valiosos que las británicas, y dentro de las continentales la Limousin fue la que obtuvo menor peso de cortes valiosos con respecto a Charolais. Entre las británicas los Hereford tuvieron mayor peso de los cortes valiosos que Red Angus a un determinado grado de terminación (Wheeler et al., 2005).

Pittaluga et al. (1996), encontraron que con pesos similares de faena, los novillos Bradford frente al de los novillos puros Hereford, tuvieron mayor peso de media res (133,6 Kg. v. 124,8 Kg.;  $p < 0,05$ ) y de los nueve cortes del cuarto trasero (33,4 Kg. v. 30,2 Kg.;  $p < 0,05$ ). Los valores absolutos de los componentes del cuarto trasero fueron afectados tanto por el grupo racial como por la edad, principalmente debido a los pesos de la media res.

Como forma de realizar una síntesis de lo encontrado sobre el tema, se puede decir que en general en los trabajos revisados se obtuvieron mayores cantidades de cortes valiosos en las cruzas continentales que en las razas británicas. Aunque aparecen resultados dispares cuando se analizan los valores a igual grado de engrasamiento.

### **2.4.3. Área del ojo del bife**

Dartayete (2005) definió el Área del Ojo del Bife como la superficie transversal del músculo *Longissimus dorsi* (músculo más largo de la carcasa, comienza en el sacro y termina en la 7ª vértebra cervical; Johnson et al., citados por Dartayete (2005)) a nivel del cuarteo de la media res faenada, pudiendo ser medida tanto a nivel animal vivo por medio del Ultrasonido de Tiempo Real (RTU) o en la carcasa.

Otros autores indicaron que el AOB representa el área transversal total que posee el músculo *Longissimus dorsi*, principal músculo del corte conocido como bife de costilla o angosto (Melucci et al., 2005).

En la carcasa, el AOB puede ser definida como la superficie expuesta a nivel del cuarteo de la media res y corresponde al área del corte transversal del músculo *Longissimus dorsi*, mirando en la dirección de la cabeza de la media res colgada del garrón (Zamorano, citado por Dartayete, 2005). Existen varias formas de obtener el valor de AOB a nivel de carcasa en el frigorífico, pudiendo medirse por análisis de imágenes de video de Beef Cam o Via Scan, por la colocación de la superficie del corte de una lámina plástica apuntillada en la que cada punto representa una unidad de área o

bien utilizando papel plástico traslúcido y marcadores para delimitar el área del músculo *Longissimus dorsi* y luego ser medida por la utilización de programas de computación específicos (Dartayete, 2005).

Es importante que el factor que dificulta la medición correcta del AOB es la relación del músculo *Longissimus*, el músculo *Spinalis* y el músculo *Multifidus* que a veces resulta con un borde pobremente definido, existiendo diferencias según el método de cuarteado de la res, el cual afecta la medición del AOB por la diferente relación de este músculo con los anteriores citados (Dartayete, 2005).

En la 5ª costilla el AOB es aproximadamente la mitad que en la 10ª costilla y con un contorno mucho más definido. En la 5ª costilla los bordes de los músculos *Multifidus dorsi* y *Spinalis dorsi* se encuentran regularmente definidos mientras que en la 10ª costilla se encuentran difíciles de distinguir.

En nuestro país por aspectos comerciales el cuarteado de la media res se realiza en la 10ª costilla facilitando la medición del AOB a este nivel. Sin embargo, existen mercados como por ejemplo el japonés, el cual exige el cuarteado a nivel de la 5ª-6ª costilla facilitando la medición de AOB a este nivel (AOB5) (Dartayete, 2005).

El AOB combinado con el espesor de grasa subcutánea (EGS) y PCC predicen con errores relativamente bajos el porcentaje y peso muscular (Johnson et al., Hopkins y Roberts, citados por Dartayete, 2005). De las dos medidas de AOB, la medida de AOB a nivel de la 5ª costilla (AOB5) es claramente superior en lo referido a este aspecto. Esto es especialmente evidente en las combinaciones con la medida de grasa en la grupa (punto P8) y EG10 donde es mucho más precisa que AOB10, en la predicción tanto del porcentaje como del peso de los músculos (Johnson et al., citado por Dartayete, 2005).

El AOB en general realiza una contribución significativa a la predicción de los cortes del trasero con alta proporción de músculo y a los del delantero con baja proporción muscular como el asado. En los primeros, el rendimiento en cortes a igualdad de peso de canal, aumenta al aumentar el AOB; en los últimos disminuye (de los Campos et al., 2002), (ver cuadro N° 7).

Contrariamente a la grasa dorsal, el AOB es un buen predictor de la cantidad de músculo que posee el animal (correlación del 60%), es medianamente heredable (30%), (Melucci et al., 2005). Resultados similares obtuvo Dartayete (2005) encontrando valores medios de heredabilidad para el AOB (0,344). El mismo autor encontró una correlación genética de 0,62 y 0,521 entre AOB y cortes valiosos y PCC respectivamente.

El AOB podría ser considerada como una característica que incide en el impacto económico en las empresas. En nuestro país esto no parece ser tan claro ya que una empresa ganadera que logra incrementar el AOB en su rodeo en realidad no incrementa

sus ingresos por dicha acción. En otros países como por ejemplo EEUU y Canadá (Dartayete, 2005), esta característica es un componente en la ecuación de fijación de precios al productor y por lo tanto en este contexto si está claramente definido y puede ser bien cuantificada.

La utilidad o significancia que tiene evaluar y estudiar esta característica en este momento en nuestro país, es que mediante la selección animal y/o el uso de los cruzamientos las empresas que hayan alcanzado un progreso genético en este sentido, estarán mejor posicionadas cuando efectivamente la característica esté incluida en la ecuación de pago al productor.

Arthur et al. (1995) trabajando con animales hijos de padres Angus (A), Cahrolais (Ch) y Hereford (H) y madres Hereford-Hereford (HH), Braman-H (BH), Simmental-H (SH) y Friesian-H (FH); y faenados a tres edades (9, 15 y 27 meses) encontraron diferencias significativas para PCC, AOB y EGS en el punto P8. Los novillos hijos de padres Ch tuvieron mayor AOB que los novillos hijos de H y A ( $84,2 \text{ cm.}^2$  v.  $66,9 \text{ cm.}^2$  y  $69,0 \text{ cm.}^2$  respectivamente). Los hijos de madres BH, SH y FH, tuvieron mayor AOB que los novillos hijos de madres HH ( $71,4 \text{ cm.}^2$ ;  $79,5 \text{ cm.}^2$ ;  $74,8 \text{ cm.}^2$  V.  $67,9 \text{ cm.}^2$  respectivamente).

Koch, citado por Wheeler et al. (2005) reportó que las carcasas de Limousin, Charolais, Simental y Gelbvieh tuvieron un área del músculo *Longissimus dorsi* mayor que la craza Hereford-Angus. Gregory, citado por Wheeler et al. (2005) encontró a su vez diferencias aun mayores cuando comparó Limousin, Charolais, Simental y Gelbvieh contra razas puras.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos por Gregory et al. (1994 b) donde evaluaron los efectos raciales en algunas características como AOB y peso de carcasa de nueve razas parentales.

Cuadro N° 13: Efecto de nueve razas parentales sobre el peso de carcasa y el AOB.

Raza paterna	Peso de carcasa (Kg.)	AOB (cm. <sup>2</sup> )
Red Poll	315	69,4
Hereford	306	67,9
Angus	316	68,1
Limousin	330	86,5
Braunvieh	339	85,2
Pinzgauer	331	79,1
Gelbvieh	340	83,7
Simmental	348	81,0
Charolais	348	80,6

Fuente: adaptado de Gregory et al. (1994b).

En el cuadro anterior se puede apreciar que el AOB se incrementa en las razas continentales europeas (Limousin y Charolais) con respecto a las razas británicas (Angus, Hereford, Red Poll). Agrupando las razas británicas y continentales anteriormente mencionadas, el incremento en AOB de éstas últimas con las primeras es de 15 cm<sup>2</sup>.

Pittaluga et al. (1996) en un estudio con 138 novillos Bradford 3/8 y 57 novillos Hereford puros, encontraron diferencias significativas en el AOB, no habiendo diferencias en el EGS. Los novillos Bradford tuvieron valores de AOB de 60,3 cm<sup>2</sup> mientras que los Hereford tuvieron menores valores estadísticamente significativos de 56,1 cm<sup>2</sup>.

Gaines et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) en un ensayo sobre tres razas británicas (Hereford, Angus y Shorthorn) utilizándolas como razas puras, cruza simples, triples y sus retrocruzas; analizaron diferentes características de la carcasa: peso, AOB, largo de carcasa, espesor de grasa y veteado. Los novillos crusa resultaron ser 2,5 cm<sup>2</sup> mayores que los novillos puros, lo cual significa un aumento del 3,6%. Johnson et al. (1986) trabajando en con cruzamientos recíprocos con Hereford y Angus, concluyó que a PCC constante (169 Kg.) el AOB fue mayor para los novillos de padres o madres Angus.

Long y Gregory, citados por Arcauz y Constantin (1996) aplicando un manejo de alta alimentación desde el destete, encontraron que los novillos con padres y madres Angus produjeron carcasas con AOB superior a los novillos de padres o madres Hereford, (1,42 y 1,68 cm<sup>2</sup>, respectivamente, P<0,01). Gregory et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) concuerdan con los resultados del trabajo anterior.

En una comparación entre hijos de padres Limousin e hijos de padres Charolais utilizadas como cruza terminales realizada por Dhuyvetter et al., citados por Arcauz y Constantin (1996); concluyeron que el AOB fue similar en ambas razas de padres. Otros autores reportan similares resultados al anterior: Bonelli y Poly, Bergstron, Reichen, Frebling et al., Adams et al., Smith et al., Vissac, Anderson et al., Freedman, citados por Arcauz y Constantin (1996).

Arcauz y Constantin (1996) trabajando con novillos provenientes de cruzamientos entre toros de razas Charolais, Hereford, Holando y Limousin sobre vacas de razas británicas y cruza encontraron los siguientes resultados que se presentan en el cuadro N° 14.

Cuadro N° 14: Valores comparativos de AOB y EGS (a nivel del *L. dorsi*) para algunas de las cruzas analizadas a peso de faena constante.

	L-H	Ch-H	Ho-H	Ch-LH	Ho-LH	L-ChH
AOB*	118	107	95	110	106	128
EGS*	71	45	60	48	46	49

\*Nota: Datos tomados en base 100 = Hereford (testigo)

Base 100: EGS = 10,2 mm. y AOB = 52,2 cm<sup>2</sup>.

Por nomenclatura ver cuadro N° 6.

Fuente: adaptado de Arcauz y Constantin (1996).

En el cuadro anterior se puede apreciar que al introducir razas continentales como cruzas con respecto al Hereford puro (testigo) el EGS es menor en cualquiera de los casos. Por otro lado, las cruzas con razas continentales europeas con propósito carnicero fueron las que presentaron mayor AOB que el testigo, destacándose la craza proveniente de una madre híbrida (L-ChH).

Además del análisis a peso de faena constante, los novillos Hereford presentaron las mayores cantidades de grasa a edad constante, siendo su vez los que tuvieron menores pesos de carcasa con respecto a todos los genotipos analizados en el trabajo (249,1 Kg. v. 263,6 Kg.).

Resumiendo lo reportado por los distintos autores en este capítulo, se puede decir que las razas continentales (por ejemplo: Charolais y Limousin) tienen mayores valores de AOB (utilizadas tanto como razas puras o como cruzas) que las razas británicas (Hereford y Angus). Dentro de las razas británicas, se encontraron mayores valores de AOB en Angus respecto a Hereford. Dentro de las continentales no hubo diferencias entre las Charolais y Limousin.

Varios trabajos revisados concluyen que el AOB es un buen predictor de la cantidad de músculo del animal, predice con buena precisión los cortes del trasero con alta proporción muscular y a los del delantero con baja proporción de músculo (por ejemplo: el asado).

#### **2.4.4. Grado de engrasamiento**

El espesor de grasa (EGS) dorsal puede ser medido en varios puntos tanto en el animal vivo como en la carcasa. En el animal vivo se ha generalizado su medición junto a la medida de AOB o bien el sitio P8 a nivel de la grupa (Dartayete, 2005).

Monteiro y Peluffo (2001) definieron el EGS como la grasa de cobertura que recubre la canal, presentando como característica la propiedad de aislamiento térmico de las carcasas. En Uruguay, esta característica es cuantificada por I.N.A.C. mediante una

escala comprendida entre 0 y 4 (0 = sin grasa y 4 = sobreengrasamiento), que mide el grado de terminación de la canal en forma subjetiva.

En los estudios de predicción de cortes realizados por de los Campos et al. (2002) se concluyó que la grasa contribuye a la realización de una predicción precisa y confiable en los cortes que no llevan grasa y en aquellos que llevan grasa abundante (por ejemplo: la tapa de cuadril, colita de cuadril, grasa y asado con mantas), con correlaciones entre el EGS y dichos cortes de 0,31, 0,26, 0,66 y 0,43 respectivamente. En los que no llevan grasa, el rendimiento, a igualdad de peso de canal, se reduce al aumentar el grado de cobertura de grasa; en los que llevan grasa abundante aumenta. En cortes donde el porcentaje de grasa subcutánea es intermedio, en general, la grasa no realiza una contribución significativa a la predicción del peso del corte.

El rendimiento de la carcasa está altamente relacionado con el espesor de grasa, si bien esta característica puede ser modificada por el ambiente, presenta una alta heredabilidad, ofreciendo así grandes posibilidades de mejoramiento por la vía de la selección genética (Dikeman, citado por Monteiro y Peluffo, 2001).

Las razas continentales son de crecimiento más rápido, mayor tamaño en la madurez y tienen carcasas más magras que las razas de origen británico. Las razas Charolais y Limousin han sido usadas y sugeridas como razas terminales (ver cuadro N° 6).

Franco et al. (2002b) comparando las cruzas Hereford (H)-Angus(A), Nelore (N)-H y Salers (S)-H con H puro (ver cuadro N° 8) no encontraron diferencias importantes en el espesor de grasa en la 10<sup>o</sup> costilla, y si se encontró una tendencia a mostrar menores niveles de engrasamiento de las canales de los animales cruza con Salers. Esa tendencia se confirma con los valores de EGS en el punto P8, donde los novillos cruza Salers obtuvieron menores niveles de engrasamiento ( $p < 0,01$ ).

Esto demuestra que a pesar de utilizar el criterio subjetivo de igual grado de terminación, las razas de madurez más tardía como Salers, mostraron canales menos engrasadas (Franco et al., 2002b).

En un ensayo sobre tres razas británicas (Hereford, Angus y Shorthorn) utilizándolas como razas puras, cruza simples, triples y sus retrocruzas, Gaines et al. 1967, citados por Arcauz y Constantin en 1996, analizaron diferentes características de la carcasa. El promedio del EGS de los novillos cruza fue 0,5 mm. mayor que los novillos puros, pero no significativos.

Cundiff (1993b), estudiando las cruza de razas británicas y continentales v. razas puras, encontró que las cruza británicas-británicas, tuvieron un mayor EGS que las cruza entre británicas-continentales.

Koch, citado por Wheeler et al. (2005) reportó que las carcasas de Limousin, Charolais, Simmental y Gelbvieh tienen menor EGS que la craza Hereford-Angus. Gregory et al., citados por Wheeler et al. (2004) observaron diferencias aún mayores cuando compararon Limousin, Charolais, Simmental y Gelbvieh contra razas puras. Por ejemplo, para alcanzar 1,1 cm. de EGS los novillos hijos de razas Hereford, Angus y Red Poll demoraron 221, 206 y 214 días respectivamente. En tanto, los novillos hijos de las razas Limousin, Simmental y Charolais demoraron 266, 273 y 277 días respectivamente para alcanzar 1,1 cm. de EGS.

Otros autores, en un ensayo de novillos provenientes de cruzamientos de 9 razas parentales, faenados en 4 períodos a intervalos de 20 a 22 días con dos niveles de energía en la dieta; también encontraron que el efecto de la raza fue significativo para el grado de engrasamiento. Las razas británicas (Red Poll, Hereford y Angus) tuvieron en promedio 1,03 cm. de grasa subcutánea en la 12ª costilla mientras que las razas continentales (Charolais, Limousin y Simmental) tuvieron en promedio 0,397 cm. en promedio (Gregory et al., 1994a).

Comparando carcasas Charolais con carcasas Angus y Hereford, DeRouen et al. (1992) reportaron que estas últimas tuvieron mayor cantidad de grasa y un mayor grado de veteado.

En cuanto a la composición de la carcasa, Koch et al., citados por Arcauz y Constantin en 1996 mencionaron que las cruza recíprocas de Angus y Hereford tiene mayor EGS que las que incluyen Charolais y Simmental.

Comparando únicamente Charolais con las razas británicas, Crouse y Glimp, O'Mary, Koch et al., citados por Arcauz y Constantin, (1996); coinciden con los resultados anteriores. Para el EGS, Crouse et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) obtuvieron 1,1 cm. en las cruza continentales x británicas frente a 1,7 cm. de las cruza británicas (Arcauz y Constantin, 1996).

Arthur et al. (1995) trabajando con animales hijos de padres Angus (A), Cahrolais (Ch) y Hereford (H) y madres Hereford-Hereford (HH), Braman-H (BH), Simmental-H (SH) y Friesian-H (FH); y faenados a tres edades (9, 15 y 27 meses) encontraron diferencias significativas para peso de carcasa caliente, AOB y EGS en el punto P8. Los novillos hijos de padres Ch tuvieron menos espesor de grasa en el punto P8 que los novillos hijos de padres H y A (10,9 mm., v. 16,2 mm. y 17,6 mm. respectivamente). Sin embargo. Cuando se analizó el efecto de la raza materna sobre el nivel de grasa en el punto P8 no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para hijos de madres HH, BH, SH y FH faenados a 27 meses de edad (14,1 mm., 16,7 mm., 14,6 mm., y 12,5 mm. respectivamente).

En los trabajos revisados, en general se encontró que las carcasas de razas continentales o sus cruza tuvieron menores espesores de grasa que las carcasas de las

razas británicas; tanto a edad como a peso constante. Esto se debe a que las razas continentales son de madurez tardía, y esta característica les confiere un menor contenido de grasa y uno mayor de músculo y de hueso en la canal. Sin embargo trabajos nacionales como el de Franco et al. (2002b), no encontraron diferencias significativas en el espesor de grasas en la 10ª costilla pero si una tendencia a un menor engrasamiento de las carcasas de animales cruce con Salers. Por otra parte, en este mismo trabajo, se encontró que la cruce SH presentó significativamente ( $p < 0,01$ ) menores niveles de engrasamiento en el punto P8 con respecto a las demás cruces.

#### **2.4.5. pH**

En la Auditoría de Calidad de Carne Vacuna llevada a cabo en el año 2003 (INAC, INIA y Colorado State University) se constató, mediante evaluaciones de las canales con medidas objetivas, un porcentaje de rechazo de 23% por pH mayores a 5,8. Esto significó en términos reales, una pérdida de 14,5 US\$/animal.

El pH es uno de los parámetros de mayor importancia que definen la calidad de la carne (Dikeman, citado por Carduz, 1996). Existen límites de tolerancia determinados para la exportación a la Unión Europea como también a otros países compradores que establecen un máximo de 5,9. Esto es debido a que el virus de la aftosa no resiste valores de pH menores a 6,0 (Lazaneo, citado por Carduz, 1996).

Un trabajo realizado por de los Campos et al. (2002), en el cual realizaron una valorización objetiva de las canales en función de atributos económicamente relevantes; concluyeron que el pH es una variable que determina la pertenencia a grupos de valor de las carcasas. Sobre esta variable inciden muchos factores, algunos de ellos pueden definirse a nivel primario, pero una parte importante se definen en el manejo prefaena, durante la faena y en el proceso de enfriado. La importancia económica de esta variable y el hecho de que parte de la misma se juega a nivel primario justifica su inclusión en los sistemas de valorización de las canales (para que un atributo sea incluido en un sistema de valorización no basta que éste tenga importancia económica, sino que debe ser modificable mediante cambios en las practicas productivas).

La existencia de una variación importante entre razas en estas características posibilitaría mediante el cruzamiento, una mejora genética en las mismas en una forma más rápida y de menor costo (Dikeman, citado por Carduz, 1996).

La presencia de valores elevados de pH 24 horas luego de la faena se corresponde con la ocurrencia de cortes "Dark, Firm, Dry" (DFD) o "Dark Cutting Beef" (DCB), los cuales son de color oscuro, presentando tonos púrpuras (Brendov, citado por Carduz, 1996). La ocurrencia de cortes oscuros está asociado a bajos contenidos de glucógeno muscular al momento de la faena (Mc. Veigh y Tarrant, citados por Carduz, 1996).

Según Dikeman, citado por Carduz (1996), las carnes DFD se producen cuando los animales están agotados previo a la faena y las reservas musculares de glucógeno están deprimidas. Si el nivel de glucógeno, es demasiado bajo, no se puede formar la suficiente cantidad de ácido láctico como para descender el pH a niveles normales (Widebeck, Wiklund, citados por Carduz, 1996).

Se encontró que existen diferencias en la susceptibilidad a la aparición de DFD entre los diferentes músculos del animal, reportándose en la bibliografía, una mayor frecuencia de DFD en la musculatura trasera (Tarrant y Sherington, Fjelkner-Modig y Ruderus, Young y Foote, Augustini y Fischer, Widebeck, citados por Carduz, 1996).

Los elevados valores de pH llevan a una reducción de los tiempos de conservación (Franc et al., citados por Carduz, 1996).

La durabilidad de las carnes y la capacidad de retención de agua de las mismas, son dos características que varían según el pH. Así lo indica Dikeman, citado por Carduz (1996), estableciendo para la primera, que cuando aparecen carnes DFD, el pH favorece el rápido crecimiento bacteriano (disminución de la durabilidad). En cuanto a la capacidad de retención de agua, (Boston, Hamm, Widebeck, Swatland, citados por Carduz, 1996) encontraron que es modificada según el pH y desciende desde un máximo de valores de pH 10, hasta un mínimo en el punto isoeléctrico de las proteínas de la carne (5,0-5,1).

Los cortes oscuros son el ejemplo extremo de la influencia del estrés pre-faena en la calidad de la carne.

Revisando a Carduz (1996), los autores establecieron que no hay acuerdo general en el límite de pH último indicativo de cortes oscuros y citaron a Tarrant, quien notificó que los límites para carne DFD entre 5,8 y 6,3 fueron sugeridos por diferentes expertos.

#### ***2.4.5.1. Factores de manejo que influyen en la aparición de cortes oscuros***

El agotamiento de las reservas de glucógeno, se debe a factores estresantes que causan desbalances fisiológicos, que pueden ser de dos tipos: psíquicos (excitación) y físicos (actividad física exagerada, ayuno, clima desfavorable, entre otros), así lo indicó Hedrick, Brendov, citado por Carduz, 1996).

Otros autores citados por Carduz (1996) encontraron que el transporte, los sistemas encierro, el tiempo de espera prolongado, métodos inconvenientes de espera y la mezcla de vacunos como los factores causantes del estrés fisiológico.

Por otro lado, Ballesteros (2006) en un trabajo que analizó los factores que afectan las características de la canal, concluyó que los factores presacrificio (por ejemplo ayuno y

transporte) presentan una mayor importancia relativa en las modificaciones del pH con respecto a factores productivos como la raza, el sexo o la alimentación.

La densidad de carga y la distancia de transporte son dos factores que pueden determinar la aparición de cortes oscuros. Jones y Tong, citados por Carduz (1996), concluyeron que la incidencia de cortes oscuros aumentó moderadamente con la distancia entre el predio y el frigorífico.

En un proyecto en que se compararon 4 tiempos de transporte (3, 6, 12 y 24 hs.) se concluyó que a mayor tiempo de transporte había mayor alteración de las variables sanguíneas indicadoras de estrés que no sólo se afectaba negativamente el peso vivo y la calidad de la canal en términos de contusiones, sino también había un efecto significativo sobre otras características de calidad como el pH y color de la carne. Dichas alteraciones resultaron significativamente mayores para un transporte de 24 hs. frente a los tiempos menores (Gallo, 2003).

La mezcla de animales desconocidos (provenientes de diferentes rodeos) o de distintas categorías (por ejemplo: toros jóvenes con toros adultos) aparece como causante de la disminución de glucógeno almacenado y por lo tanto de la producción de cortes oscuros. Incluso ha sido nombrado como el factor más importante (Warriss, citado por Carduz, 1996).

El tiempo de espera, es otro de los factores que afectan la incidencia de DFD en las carcasas. Se define como el tiempo que media entre el arribo al frigorífico y el momento de la faena. Malforms y Brendov, citados por Carduz (1996), concluyeron en que el período de permanencia en la espera debería ser lo más corto posible. Poulanne y Aalto, Augustini, Jones y Tong, Widebeck, citado por Carduz (1996), encontraron que la frecuencia de aparición de carne DFD tendía a aumentar cuando el tiempo de descanso en la espera previa a la faena aumentaba. Flores et al., citado por Carduz (1996), llegaron a la conclusión de que el tiempo de espera antes del sacrificio en los bovinos genera diferentes estados de estrés que afectan el proceso de maduración y el descenso del pH en la carne.

En estudios recientes sobre diferentes tiempos de ayuno en bovinos, se encontró que después de 12 horas de espera existe una tendencia a la disminución del peso de las canales obtenidas y además se afecta la calidad de la carne, aumentando la incidencia de valores de pH altos (igual o mayor a 5,8) y la incidencia de canales con cortes oscuros (especialmente con 12 y 24 hs. de espera frente a 3 o 6 hs. de espera). Este efecto observado fue más evidente tras un transporte largo (16 hs.) que corto (3 hs.) (Gallo, 2003).

Con respecto a la alimentación, se puede decir que la carne de novillos alimentados con campo natural tiene pH más alto que la de los que comieron pradera. Esto lleva a plantear la hipótesis de que la alimentación de pradera produce mayores niveles de

glucógeno muscular (Carduz, 1996). Sin embargo, Pittaluga et al. (1996) concluyeron que en términos generales el manejo nutricional no afectó los niveles de pH registrados a las 24 horas.

El peso, la conformación y el engrasamiento de los animales son otros factores involucrados. Murray citado por Carduz (1996) concluyó que la cobertura de grasa de la carcasa, el peso y la conformación afectaron el color muscular. Con carcasas más pequeñas y más magras, hubo mayor frecuencia de carnes oscuras.

Por otra parte, en varios trabajos de investigación ha sido encontrado un efecto estacional en la incidencia de DCB. En este sentido, existen diferencias entre los diferentes autores al respecto. Algunos atribuyen este efecto a la severidad del clima (Murria, Jones y Tong, citados por Carduz, 1996). Sin embargo, otros atribuyen este efecto a la pobre calidad de la comida disponible para bovinos en pasturas (Tarrant y Sherington, citados por Carduz, 1996). Carduz (1996) encontró que el verano produce los valores de pH más altos independientemente de la distancia recorrida.

#### ***2.4.5.2. Influencia del genotipo en la aparición de cortes oscuros***

En el contexto del presente trabajo de investigación, el tipo genético es el factor relevante a analizar y a revisar los antecedentes que existen de su influencia en la aparición de los cortes oscuros en las carnes. Los factores anteriormente mencionados han sido considerados en el experimento de forma tal, de poder explicar únicamente las diferencias por el efecto racial.

Revisando la literatura sobre el tema el factor racial no aparece como un factor relevante en el pH. Por ejemplo Pittaluga et al. (1996), trabajando con novillos Bradford 3/8 y Hereford puros no encontraron diferencias en el pH a las 24 horas debido a los grupos raciales (5,66 v. 5,66 Bradford y Hereford respectivamente) Franco et al. (2002a), coincidieron en que el pH tampoco fue afectado por la raza.

El siguiente cuadro presenta los resultados obtenidos por Franco et al. (2002a) en cuanto a valores de pH a las 24 horas y porcentaje de rechazo para exportación con respecto a las diferentes cruas.

Cuadro N° 15: Valores de pH a las 24 horas y porcentaje de rechazo (> 5,8) en las distintas cruzas.

	N° de animales	pH	% >5,8
Hereford-Hereford	100	5,58	10,0
Angus-Hereford	96	5,55	6,5
Nelore-Hereford	96	5,60	10,5
Salers-Hereford	91	5,61	9,4
		ns	ns

Nota: ns = no significativo  $p > 0,05$

Fuente: Franco et al. (2002a).

Del mismo modo, Tarrant, Warris, Sañudo et al., Whipple et al., citados por Franco et al. (2002a) tampoco observaron diferencias en valores de pH debido al grupo genético.

Cardozo y Aguerre (2005) en un ensayo sobre engorde de vacunos (“terneros bolita”, vaquillonas y novillos de biotipos carniceros y novillos Holando) con diferentes tratamientos alimenticios, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de pH para los diferentes grupos.

Sin embargo Widebeck y Brendov citados por Carduz (1996), encontraron diferencias genéticas entre razas en relación a la relevancia del problema de las carnes oscuras.

Franc et al., citados por Carduz (1996), llegaron a la conclusión de que la raza de los toros influyó en el valor de pH. Las diferencias fueron atribuidas a los diferentes comportamientos de las distintas razas. Los menores valores de pH fueron encontrados en músculos de toros Hereford y los más altos en los de Bohemian-pied.

Shackelford et al., citados por Carduz (1996), reportaron una menor incidencia de DFD en *Bos indicus* que en *Bos taurus*. La conclusión que plantearon estos autores es que existe variación genética en la incidencia de DFD, pero es pequeña en relación a la variación ambiental.

A modo de síntesis se debe remarcar la importancia del pH en la calidad de la canal y de la carne (aparición de cortes oscuros, durabilidad, capacidad de retención de agua) pero sobre todo la existencia de un límite de tolerancia para la exportación donde se establece un máximo de 5,9. La ocurrencia de niveles altos de pH está asociada a bajos contenidos de glucógeno muscular al momento de la faena (estrés). Existen diversos factores que hacen variar el pH: tiempo de transporte, distancia recorrida, densidad de carga, mezcla de animales desconocidos, tiempo de espera, alimentación, engrasamiento y raza.

En los trabajos nacionales revisados se concluyó que la raza no tiene un efecto relevante en el pH. Sin embargo se encontraron algunos trabajos extranjeros que indicaron que existe un efecto del genotipo en la aparición de cortes oscuros.

## **2.5. OTROS FACTORES QUE AFECTAN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CARCASAS**

Anteriormente se consideró el efecto genético individual como un factor relevante según los diferentes autores analizados que afecta las características de la carcasa. A continuación se realiza una descripción de los antecedentes según los diferentes autores, de otros factores que modifican las características de la carcasa.

### **2.5.1. Edad de la madre**

Entre otros factores, la edad de la madre afecta las características de las carcasas de los novillos. Así lo demuestran los resultados del trabajo de Gregory et al., citados por Arcauz y Constantin (1996), que muestran efectos significativos en: peso de carcasa, grado de calidad, espesor de grasa, porcentaje de carne comestible y grasa de recorte. Las carcasas de novillos de madres de más de 5 años de edad fueron 5,1 kg. más pesados ( $P < 0,05$ ) que los novillos de madres de 4 años de edad.

Del mismo modo, Johnson et al. (1986), evaluando novillos cruza de madres con un rango de edad de 2 a 5 años de las razas Angus y Hereford, observaron que los efectos de la edad de la madre fueron significativos con  $P < 0,001$  para peso final y peso de carcasa. Los terneros (faenados a 20 meses de edad) hijos de madres de más de 5 años tuvieron un PCC de 177 Kg. mientras que los hijos de madres de 2 años fueron más livianos en promedio y pesaron 155 Kg. de PCC ( $P < 0,001$ ). Sin embargo, no se encontraron efectos significativos de la edad de la madre, en el espesor de grasa a edad y peso constante. A su vez la edad de la madre, fue significativa para el área del lomo teniendo menores valores los novillos de madres de 2 años de edad.

### **2.5.2. Edad del animal**

La edad del animal también es otro factor que afecta las características de las carcasas. Johnson et al. (1986), encontraron que la edad de los novillos a la faena fue significativas con  $P < 0,001$  para todas las características de la res, observándose que los novillos más viejos fueron los más pesados, engrasados y tuvieron mayores áreas del lomo. Estos resultados concuerdan con los observados por Newman et al., Peacock et al. y Scarth et al., citados por Arcauz y Constantin (1996).

### **2.5.3. Sexo**

Las características de las carcasas también son afectadas por el sexo del animal. Los novillos presentan mayor peso de res, porcentaje de rendimiento, conformación y AOB

que las vaquillonas, mientras que las últimas son más engrasadas y tiene mayor grado de calidad (Long y Gregory, citados por Arcauz y Constantin (1996)). Por el contrario, Hedrick et al., Klosterman et al., citados por Arcauz y Constantin (1996), encontraron que novillos y vaquillonas fueron similares respecto a peso de carcasa y AOB, aunque si coinciden, que el grado de engrasamiento de las vaquillonas es mayor que el de los novillos.

Rahnefeld et al., citados por Arcauz y Constantin (1996), evaluando la calidad de la carcasa en animales cruzas en dos localidades encontraron diferencias debidas al sexo. Las vaquillonas tuvieron carcasas más livianas y menor conformación que los novillos. Con respecto al veteado no existieron diferencias entre los sexos. Sin embargo, Martin et al., citados por Arcauz y Constantin (1996), reportaron que las hembras tuvieron más veteado que los novillos.

Slanger et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) coincidieron con los resultados obtenidos mencionados anteriormente por Long y Gregory, citados por Arcauz y Constantin (1996).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

La información analizada proviene del experimento N° 3 del proyecto “Cruzamientos en Bovinos para Carne” en el marco del convenio Caja Notarial de Jubilaciones y Pensiones - Facultad de Agronomía. El mismo consta de novillos y vaquillonas de nueve genotipos distintos, producto de cruzamientos con padres Salers, Limousin, Charolais y madres Hereford-Hereford, Angus-Hereford, Red Poll-Hereford.

Este convenio fue iniciado en 1992 y tuvo una duración de diez años por ser el período requerido para obtener contemporáneamente los diferentes grupos de los animales cruza. El experimento número 3, comenzó en el año 1997 con el nacimiento de los primeros animales y finalizó en el año 2001 donde se faenaron los animales nacidos en 1999.

El nacimiento de los terneros hasta el destete tuvo una duración de seis meses. Dicha etapa se llevó a cabo en el establecimiento “Capilla Vieja” propiedad de la Caja Notarial. La alimentación fue en base a campo natural. El predio se encuentra en el departamento de Paysandú y su índice de CONEAT promedio es 92.

Posteriormente los animales se invernaron en el establecimiento “La Misión”, también propiedad de la Caja Notarial. Este predio se ubica en el departamento de Soriano y tiene un índice CONEAT promedio de 130. Durante el período de engorde, la alimentación fue en base a praderas artificiales y verdeos hasta el embarque de los animales.

La faena se realizó en el frigorífico Tacuarembó. El momento de la misma fue definido según el grado de terminación de los animales, criterio por apreciación visual y carácter subjetivo. La edad promedio de faena fue de dos años.

Luego de la faena las carcasas se conservaron en cámaras a temperatura de refrigeración (2 a 4 C°) durante 24 horas.

El peso de faena fue medido en forma individual en el frigorífico previo al ingreso de los animales al proceso de faena. Luego del peso faena, se midió el peso de carcasa caliente para luego poder medir el espesor de grasa en el punto P8 en el cuadril el cual se midió al día siguiente.

Luego del enfriado de la carcasa (24 horas), de la media res izquierda (a nivel del cuarteo), se obtuvo el peso del cuarto trasero, el Área de Ojo de Bife y espesor de grasa subcutánea, para tomar luego el peso del corte pistola.

Finalmente en el proceso de desosado se tomaron los pesos individuales de los diferentes cortes que componen el corte pistola, considerando para este estudio el peso de lo que se definió cortes valiosos: lomo, bife angosto y cuadril (cortes preparados según Hilton para Inglaterra).

Las características analizadas fueron medidas de la siguiente manera:

1) Peso de carcasa caliente (Kg.): medida de peso de la media res en segunda balanza, luego de extraído el cuero, cabeza, extremidades y vísceras. Se midió la media res derecha e izquierda.

2) Peso cortes valiosos (Kg.): es la suma de las medidas de cada peso individual de los cortes lomo, bife y cuadril medidos a nivel de desosado del corte pistola.

3) Área de ojo de bife décima costilla (cm.<sup>2</sup>): medida en el cuarteo de la media res, trazando el área sobre un acetato y medido posteriormente con un programa específico.

4) Espesor de grasa en el punto P8 (mm.): medida a nivel de la media res en el cuadril, utilizando una regla graduada específica para tomar esta medida.

5) pH: se tomaron registros de pH 24 horas post-mortem con un pH-metro portátil mediante la utilización de un electrodo de penetración.

### 3.2. MODELO ESTADÍSTICO

Los datos fueron ajustados a tres criterios finales constantes: edad de faena, peso de faena y grado de engrasamiento. Para ello se realizó un único modelo estadístico en el cual se registraron cada una de las cinco variables estudiadas en este trabajo ajustadas a los tres criterios finales constantes mencionados anteriormente.

#### Modelo:

$$Y_{ijkmlon} = \mu + A_i + C_j + RP_k + GR_m + p_{l(k)} + b_e(x_{ijkml} - \bar{x}) + b(d_o - \bar{d}) + e_{ijkmlon}$$

$Y_{ijkml}$  = Registro de la variable del  $n^{\text{ésimo}}$  novillo, ajustado al punto final  $x$ , nacido en el año  $i$ , criado por una hembra de  $j^{\text{ésima}}$  categoría de edad, hijo del  $l^{\text{ésimo}}$  padre que pertenece a la  $k^{\text{ésima}}$  raza, perteneciente al  $m^{\text{ésimo}}$  grupo genético, con nivel  $x_{ijkml}$  del criterio de ajuste  $x$ , faenado en el lote de faena que se invernaó en  $d_o$  días.

$\mu$  Promedio poblacional de la variable.

$A_i$  = Efecto fijo del año de nacimiento;  $i = 1997, 1998, 1999$ .

$C_j$  = Efecto fijo de la categoría de la madre;  $j = 1$  (vaquillona),  $2$  (vaca).

$RP_k$  = Efecto fijo del grupo racial paterno;  $k = L, S$  y  $C$ .

$GR_m$  = Efecto fijo del grupo racial del novillo;  $m = L(HH), L(AH), L(RH), C(HH), S(HH), S(AH), S(RH)$ .

$p_{l(k)}$  = Efecto aleatorio del  $l^{\text{ésimo}}$  padre anidado dentro de la  $k^{\text{ésima}}$  raza.

$$p_{l(k)} \sim N(RP_k, \sigma_p^2).$$

$x_{ijkml}$  = Nivel de criterios de ajuste a punto final. Los puntos finales son: peso de faena o nivel de engrasamiento o edad, constantes.

$\bar{x}$  = Promedio poblacional del punto final.

$b_e$  = Regresión lineal del punto final sobre la variable.

$d_o$  = Días a la faena de la tropa  $o = 97-1(33), 97-2(28), 98-1(34), 98-2(64), 98-3(30), 99-1(37), 99-2(29), 99-3(51)$

$\bar{d}$  = Promedio de días a la faena.

$e_{ijkml}$  = Efecto aleatorio del error,  $e_{ijkml} \sim N(0, \sigma_e^2)$ .

Las variables medidas son: peso de carcasa caliente, cortes valiosos, espesor de grasa en el punto P8, área del ojo del bife y pH.

Los valores promedios, los desvíos estándar, y los análisis de varianza se realizaron utilizando el programa SAS.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS**

La cantidad total de animales comprendidos en este trabajo es de 306 novillos, integrando animales nacidos en diferentes años como se aprecia en el cuadro N° 16 para cada genotipo.

Cuadro N° 16: Número de animales por año de nacimiento según genotipo.

GENOTIPO	AÑO DE NACIMIENTO			TOTAL
	1997	1998	1999	
C/HH	0	0	15	15
L/AH	13	40	15	68
L/HH	8	0	10	18
L/RH	8	25	24	57
S/AH	16	42	17	75
S/HH	6	0	13	19
S/RH	10	21	23	54
TOTAL	61	128	117	<b>306</b>

En el cuadro anterior se puede apreciar que en el año 1998 no existen hijos de madres HH. En cuanto a los hijos de padres Charolais, se utilizaron únicamente madres HH existiendo registros para el último año de nacimiento. La mayoría de los novillos evaluados (83%) son hijos de madres cruzas.

Es importante mencionar que con el objetivo de disminuir el efecto individual del padre sobre las características a analizar, se utilizaron varios toros de cada raza en proporción a sus descendientes. Se utilizaron 3 padres de la raza Charolais, 6 de la raza Limousin y 8 de la raza Salers. En promedio, los padres de la raza C tuvieron 5 hijos cada uno, los de la raza L tuvieron 23 cada uno y los S 18 hijos cada uno (ver anexo ° 1).

En el cuadro N° 17 se realiza una breve descripción de algunas de las variables de interés de este trabajo como forma de caracterizar y tener una idea global de la población del experimento.

Cuadro N° 17: Valores promedio del experimento de algunas variables de interés.

	Edad de faena (meses)	Peso de faena (Kg.)	EGS (mm.)	P8 (mm.)	AOB (cm. <sup>2</sup> )	pH
Valores promedio	25	420	5,82	10,7	58,29	5,51

Es importante conocer los desvíos, los máximos y los mínimos que presentó la variable pH ya que ésta es discriminatoria para la exportación a determinados mercados. En este sentido, el desvío que presentó la variable fue de 0,12, presentando un valor mínimo de 5,24 y un valor máximo de 6,05. A partir de esto, se puede sugerir que no existen mayores problemas en lo que hace a los rechazos para la exportación.

A continuación se presentan los cuadros N° 18 y N° 19 donde se observa el número de hijos del experimento según raza paterna y materna, y la diferenciación por categoría de la raza materna respectivamente.

Cuadro N° 18: Número de hijos según raza paterna y materna.

PADRES	MADRES			TOTAL
	AH	H	RH	
C	0	15	0	15
L	68	18	57	143
S	75	19	54	148
TOTAL	143	52	111	306

Cuadro N° 19: Número de hijos según raza paterna, diferenciando la categoría de la raza materna.

GENOTIPO	CATEGORIAS		TOTAL
	Vaquillonas	Vacas	
C/H	0	15	15
L/AH	68	0	68
L/H	8	10	18
L/RH	57	0	57
S/AH	75	0	75
S/H	6	13	19
S/RH	54	0	54
TOTAL	268	38	306

Como se observa en el cuadro anterior, la mayoría de los novillos (87,6%) son hijos de vaquillonas.

Por otro lado, en cuanto a la tipificación por conformación (escala INACUR), cabe mencionar que el 72% de los animales fueron clasificados como “A” dentro de dicha escala. En cuanto a la tipificación por grado de terminación, el 92% de las carcasas pertenecieron al grado 2 (escala de 0 a 3).

Con respecto a la dentición, el 58% de los animales faenados, tuvieron dentición “0” (diente de leche), el 40% 2 dientes y el 2% restante de los animales tuvieron más de 2 dientes.

## 4.2. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

### 4.2.1. Análisis de Peso de Carcasa Caliente (PCC)

A continuación se presenta el siguiente cuadro de resumen del análisis de varianza (ANOVA) en donde se observa la probabilidad de cometer error tipo 1 (decir que dos valores son diferentes, cuando en realidad son iguales) a peso de faena, edad de faena y grado de engrasamiento constantes para evaluar la significancia estadística de cada efecto en el PCC.

Cuadro N° 20: Resumen del análisis de varianza para PCC a los tres criterios finales

EFECTO	Pr>F		
	Edad de faena constante	Peso de faena constante	Grasa constante
Genotipo	0,8146	<0,0001	0,3858
Año	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Edad de faena	0,0313	-	-
Días a faena	0,0993	0,0480	<0,0001
Categoría	0,1065	0,9047	-
Peso de faena	-	<0,0001	-
Grasa	-	-	0,1226

En el análisis se considerará un nivel de significancia 5%.

Para todas las variables, el detalle de los ANOVA en Anexo ° 2

En el siguiente cuadro (cuadro N° 21) se presentan los resultados de PCC evaluado según los tres criterios finales constantes.

Cuadro N° 21: Media de mínimos cuadrados de PCC en kilogramos según genotipo para los tres criterios finales constantes.

GENOTIPO	EDAD CONSTANTE (25 meses)	PESO DE FAENA CONSTANTE (420 Kg.)	GRADO DE ENGRASAMIENTO CONSTANTE (5,82cm.)
C/H	222,7	211,8 d	222,4
L/AH	229,5	222,5 a	219,7
L/H	220,7	221,6 ab	228,8
L/RH	227,3	223,0 a	219,0
S/AH	232,8	218,7 bc	225,7
S/H	226,6	215,9 c	237,2
S/RH	231,3	219,8 bc	227,7

Nota: valores con la misma letra indican que no existieron diferencias estadísticamente significativas al 5%.

#### 4.2.1.1. Genotipo

Analizando la variable PCC a edad constante, se observa que no existió un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) del genotipo sobre el PCC (ver cuadro N° 20). Una posible explicación de este resultado es que cuando se ajusta esta variable a edad constante se reflejan diferencias en las tasas de crecimiento. Así lo indicaba Blake Devitt (2000) señalando que la edad constante asume que la tasa de cambio en los rasgos de carcasa es constante a lo largo del periodo de crecimiento para todos los animales, y esto no es siempre así. La tasa de deposición y proporción de incremento del músculo, grasa y hueso varían, y la edad en que esto ocurre depende de la raza, el sexo y las condiciones ambientales. Por esto es que el ajuste a edad constante puede no ser apropiado cuando se están evaluando poblaciones con muchas razas. Este concepto concuerda con los resultados obtenidos en este experimento.

A peso de faena constante, el efecto del genotipo en el PCC fue significativo ( $p < 0,05$ ) como se muestra en el cuadro N° 20. Analizando el cuadro N° 21, todas las cruzas con L no arrojaron diferencias entre ellas. Por otro lado, las triples cruzas con L, se diferenciaron con los demás genotipos, mientras que las cruzas simples L fue mayor que las demás cruzas simples pero igual que las triples cruzas con S.

Si realizamos una comparación entre las tres razas continentales utilizadas (C, L y S) se puede apreciar que la raza L se ubica en el primer lugar con el mayor PCC a peso de faena constante, superando a la raza S en 5,7 Kg. de carcasa; y esta última a su vez supera a C en 4,2 Kg. Por tanto entre L supera a C en 9,8 Kg. Esta comparación se realizó con madres H, no obstante para el caso de L y S se obtiene el mismo

posicionamiento de ambas, pero con una diferencia de 3 Kg. promedio. Como fue mencionado anteriormente la heterosis en rasgos de carcasa es cero o muy baja, pero al ser la misma en ambas cruza, las diferencias se podrían adjudicar al efecto de las diferencias raciales o aditivas.

Hay que tener en cuenta que estas diferencias en PCC mencionadas son de animales que contienen un 50 % de los genes de la raza paterna (continentales), por lo tanto es esperable que en las razas puras la diferencia sea el doble (por ejemplo: entre L y C la diferencia sería de aproximadamente 20 Kg.).

El posicionamiento de la cruce con C como la cruce más liviana con respecto a los demás genotipos (a peso de faena constante) concuerda con los resultados obtenidos por Arcauz y Constantin (1996) en los que no encontraron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre HH y CH (246 y 246,5 Kg. respectivamente) pero sí una superioridad de LH con respecto a estos dos (251, 4 Kg.).

Sin embargo, estos resultados no concuerdan con lo reportado por Dhuyvetter et al., citados por Arcauz y Constantin (1996), cuando concluyeron que los novillos cruza de padres C produjeron 7 Kg. más de carcasa que los novillos hijos de padres L. Resultados similares encontraron Koch et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) en donde la raza Limousin presentó menores peso de carcasa que la raza Charolais. Gregory et al., citados por Arcauz y Constantin (1996) encontraron resultados similares a los anteriores.

Como se aprecia en los párrafos precedentes, en los trabajos revisados existen diferentes resultados en cuanto al posicionamiento de las razas en lo que respecta a PCC. En este sentido hay tres trabajos extranjeros que encuentran que la raza C presenta mayor PCC que la raza L, mientras que hay otro nacional que obtuvo un resultado similar al obtenido en este trabajo (la raza L presenta mayor PCC que la raza C), a peso de faena constante.

Una posible explicación de lo anterior podría ser que los biotipos utilizados en los enayos nacionales, no guardan relación con los utilizados en los trabajos consultados en la revisión bibliográfica.

Por último, como se observa en el cuadro N° 20, el efecto del genotipo no fue significativo ( $p < 0.05$ ) en el PCC a grado de engrasamiento constante.

Los resultados que se observan en el cuadro N° 21 (a EGS constante), no concuerdan con lo reportado por Wheeler et al. (2005) quienes encontraron 24 Kg. de PCC (a EGS constante, 1,1 cm) de diferencia entre hijos de padres C y L a favor del primero.

#### 4.2.1.2. Otros efectos.

Con respecto al efecto año cabe mencionar que éste fue significativo en el PCC ( $p < 0,05$ ) tanto a edad de faena como a grado de engrasamiento constantes (es importante recalcar que a grasa constante solo hay datos de dos años). No obstante, a peso de faena constante, el año fue significativo ( $p < 0,05$ ) solamente para un año (1999), no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los años 1997 y 1998 sobre el PCC.

El efecto de la categoría de la madre sobre el PCC no fue significativo ( $p < 0,05$ ) tanto a peso de faena como a edad constantes (no existieron datos cuando se dejó el grado de engrasamiento constante). Estos resultados no concuerdan con los reportados por Johnson et al. (1986), quienes sí encontraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) en el PCC de novillos hijos de madres de 5 años versus novillos hijos de madres de 2 años (177 Kg. y 155 Kg. de PCC respectivamente).

Si bien en este trabajo no existieron diferencias significativas menores o iguales a 5%, cuando se ajustó el PCC a edad de faena constante los resultados arrojaron una diferencia de 15 Kg. con una probabilidad 0.09 de cometer error a favor de los novillos hijos de vacas. Esta diferencia no existió cuando se ajustó por peso de faena. Posiblemente si hubiera existido un mayor número de animales hijos de vacas, la diferencia en PCC a edad de faena constante podría llegar a ser significativa ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2.2. Análisis de cortes valiosos

En el siguiente cuadro se realiza un resumen del análisis de varianza en donde se observa la probabilidad de cometer error tipo 1, a peso de faena, edad de faena y grado de engrasamiento constantes para evaluar la significancia estadística de cada efecto sobre la variable cortes valiosos.

Cuadro N° 22: Resumen del análisis de varianza para cortes valiosos a los tres criterios finales constantes.

EFECTO	Pr>F		
	Edad de faena constante	Peso de faena constante	Grasa constante
Genotipo	0,4776	0,0520	0,2287
Año	0,0006	0,0130	0,0002
Edad de faena	0,0097		
Días a faena	0,2908	0,0932	<0,0001
Categoría	0,2276	0,8114	
Peso de faena		<0,0001	
Grasa			0,1934

En el análisis se considerará un nivel de significancia 5%.

En el cuadro N° 23 se presentan los resultados de cortes valiosos evaluados según los tres criterios finales constantes.

Cuadro N° 23: Medias de mínimos cuadrados de cortes valiosos en kilogramos según genotipo para los tres criterios finales constantes.

GENOTIPO	EDAD CONSTANTE	PESO DE FAENA <sup>2</sup> CONSTANTE	GRADO DE ENGRASAMIENTO CONSTANTE
C/H	10,7	10,2 c	10,6
L/AH	11,1	10,9 a	10,6
L/H	10,8	10,8 ab	11,0
L/RH	10,8	10,7 abc	10,5
S/AH	11,3	10,7 abc	11,1
S/H	11,0	10,7 ab	11,5
S/RH	10,9	10,6 bc	10,9

Nota: valores con la misma letra indican que no existieron diferencias estadísticamente significativas al 5%.

El peso de la canal caliente es siempre el mejor predictor del peso de los cortes (de los Campos, 2002). Este concepto concuerda con los resultados presentados en este trabajo (ver cuadro N° 30) en donde existe una clara tendencia a que los genotipos que presentaron mayores PCC, son los que presentan mayor peso de los cortes valiosos.

#### 4.2.2.1. Genotipo

Cuando se ajustó la variable a edad constante, no existió un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) del genotipo en el peso de los cortes valiosos (Ver cuadro N° 22). Estos resultados no coinciden con lo investigado por Wheeler et al. (1997), Wheeler et al. (2005) cuando concluyeron que los hijos de padres C tuvieron significativamente mayor peso de los cortes valiosos (a edad constante) en relación a los hijos de padres L y S. Las posibles razones de estos resultados contrapuestos, fueron analizadas anteriormente cuando se analizó PCC.

Analizando la variable a peso de faena constante, existió un efecto significativo (P valor de 0,052) en el peso de los cortes valiosos (ver cuadro N° 22). Es importante destacar la diferencia significativa (P valor de 0,008) que existe entre CH y LH a favor de la última (ver cuadro N° 23). Por otro lado, cuando se compara CH y SH existe una diferencia significativa (P valor de 0,053) a favor de SH. No existió diferencia significativa entre LH y SH.

El efecto positivo que presentan los novillos triples cruza con respecto a los novillos cruza simples, no se observa en todos los casos. En tal sentido, cuando se analizan las triples cruza, de genotipo RH, independientemente del genotipo paterno, éstas

presentan menor cantidad de cortes valiosos que los novillos cruzas simples SH y LH. Efecto opuesto sucede con las triples cruzas con genotipo AH, las cuales son siempre superiores a las cruzas simples. Esto indica, aunque sin diferencias significativas, una clara tendencia de superioridad de la raza A sobre la raza R.

Por último, cuando se ajustó la variable a grado de engrasamiento constante, tampoco existió un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) del genotipo sobre la cantidad de cortes valiosos (ver cuadro N° 22). No obstante, se observan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) cuando se comparan SH y las triples cruzas con genotipo L a favor de la primera. Una posible explicación de esto, podría ser que la raza S al ser de maduración más tardía, cuando se la compara a un mismo grado de engrasamiento, presenta un mayor peso y por lo tanto un mayor peso de los cortes valiosos.

Independientemente del componente británico en los novillos, la raza S presenta una mayor cantidad de cortes valiosos con respecto a L, ubicándose la raza C en último lugar (sin diferencias estadísticamente significativas). Distintos resultados fueron los que encontraron Wheeler et al. (2005) cuando indicaron que dentro de las razas continentales, la L fue la que obtuvo menor peso de los cortes valiosos con respecto a C a un mismo grado de terminación.

Por otro lado, analizando el efecto del componente británico, no se observó un mayor peso de los cortes valiosos cuando se compararon novillos con un 50% del genotipo H, con respecto a los novillos con 25% de H y un 25% de RP o de A.

#### ***4.2.2.2. Otros efectos***

Existió un efecto significativo del año ( $p < 0,05$ ) para los tres años analizados sobre el peso de los cortes valiosos. Por otra parte, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas del efecto de la categoría de la madre sobre la variable (ver cuadro N° 22).

#### ***4.2.3. Análisis del área del ojo del bife***

En el cuadro N° 24 se realiza un resumen del análisis de varianza en donde se observa la probabilidad de cometer error de tipo 1, a peso de faena, edad de faena y grado de engrasamiento constantes para evaluar la significancia estadística de cada efecto sobre el AOB.

Cuadro N° 24: Resumen del análisis de varianza para AOB a los tres criterios finales.

EFECTO	Pr>F		
	Edad de faena constante	Peso de faena constante	Grasa constante
Genotipo	0,4348	0,0310	0,5651
Año	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Edad de faena	0,0007	-	-
Días a faena	0,0734	0,0380	<0,0001
Categoría	0,4992	0,8888	-
Peso de faena	-	<0,0001	-
Grasa	-	-	0,7904

En el análisis se considerará un nivel de significancia 5%

En el siguiente cuadro (cuadro N° 25) se presentan los resultados de AOB para cada genotipo según los tres criterios finales constantes.

Cuadro N° 25: Medias de minimos cuadrado de AOB en cm.<sup>2</sup> según genotipo para los tres criterios finales constantes.

GENOTIPO	EDAD CONSTANTE	PESO DE FAENA CONSTANTE	GRADO DE ENGRASAMIENTO CONSTANTE
C/H	56,7	51,4 d	57,0
L/AH	60,9	59,8 a	59,0
L/H	58,9	58,8 ab	59,2
L/RH	59,0	58,5 ab	57,2
S/AH	58,8	57,1 bc	58,8
S/H	57,0	54,2 cd	59,2
S/RH	58,6	57,3 abc	57,2

Nota: valores con la misma letra indican que no existieron diferencias estadísticamente significativas al 5%.

#### 4.2.3.1. Genotipo

El genotipo del novillo no fue significativo cuando se usó como criterios de ajuste la edad y el nivel de grasa, en cambio si fue significativo a peso constante.

Al igual que lo que ocurre con PCC, cuando el AOB es ajustado a edad constante, se reflejan diferencias en las tasas de crecimiento. La edad constante asume que la tasa de cambio en los rasgos de la carcasa es constante a lo largo del período de crecimiento para todos los animales, y esto no es siempre así. La tasa de deposición y proporción de

incremento del músculo, grasa y hueso varían, y la edad en que esto ocurre depende de la raza, el sexo y las condiciones ambientales. Por esto, el ajuste a edad constante puede no ser apropiado cuando se trata con poblaciones de muchas razas (Blake Devitt, 2000).

A diferencia del ajuste a edad constante, cuando se ajustó el AOB a peso de faena constante, se encontró un efecto significativo del genotipo sobre el AOB con  $p < 0,05$  (ver cuadro N° 24).

Al ajustar el AOB a peso de faena constante se asume que cuando el animal aumenta de peso, los componentes de la canal cambian linealmente. El ajuste por peso vivo da como resultado que el AOB se convierta en una mejor medida de musculación si la comparamos con el ajuste a edad constante. Sin embargo, mientras que las diferencias en el AOB asociadas al peso vivo son eliminadas, se podría esperar que el AOB presente diferentes valores a peso constante que a edad de faena constante (Blake Devitt, 2000). En este sentido, se puede observar en el cuadro N° 25 que efectivamente el AOB presenta diferentes valores cuando se ajusta la variable a edad constante que cuando se la ajusta por peso de faena constante.

La raza L fue superior a las demás razas, cuando se la compara con las demás cruza simples se aprecia una diferencia de  $4,6 \text{ cm}^2$  de AOB sobre la crusa simple S (P valor 0,025) y de  $7,4 \text{ cm}^2$  de AOB sobre la simple crusa C (P valor 0,004). La superioridad de L sobre S, también se verifica en las triples cruza. No existieron diferencias entre las razas S y C cuando se comparo novillos crusa simple. Esta superioridad de la raza L como raza paterna concuerda con lo reportado por diferentes autores. Gregory et al. (1994b), Arcauz y Constantin (1996), Wheeler et al. (2005), encontraron que, en promedio, el AOB de hijos de L era  $5 \text{ cm}^2$  mayor que el AOB de los hijos de C. En el resto de los casos en este trabajo, las cruza con L fueron superiores aunque sin diferencias significativas.

Evaluando los genotipos triples cruza en los tres criterios, se puede señalar que los que tienen un 25% de genotipo A, tienen en promedio  $1,1 \text{ cm}^2$  más de AOB que aquellos que tiene un 25% de genotipo R. A través de esto podemos inferir que la raza A superaría en  $4,4 \text{ cm}^2$  a la raza R.

#### **4.2.3.2. Otros efectos**

Como se observa en el cuadro N° 24, existió un efecto significativo del año sobre el AOB cuando se lo analizó a los tres criterios finales constantes. Vale remarcar que todos los animales nacidos en el año 1999, presentaron menores valores de AOB a los tres criterios finales constantes que los nacidos en los años 1997 y 1998. A modo de ejemplo, se constató una diferencia de  $16 \text{ cm}^2$  entre los animales nacidos en 1999 y los nacidos en 1997 a favor de los últimos (análisis a edad de faena constante).

Por otro lado, al igual que lo que ocurre con las variables PCC y cortes valiosos, el efecto de la categoría de la madre no fue significativo sobre la variable con  $p < 0,05$  (ver cuadro N° 24). Estos resultados no concuerdan con lo reportado por Johnson et al. (1986) los cuales encontraron un efecto significativo de la edad de la madre para el área del lomo teniendo menores valores los novillos hijos de madres de 2 años de edad que los novillos hijos de madres de 5 años de edad.

Estos resultados no coincidentes se podrían explicar por los diferentes pesos de faena promedio de cada uno de los trabajos. En el presente trabajo, como se mencionó anteriormente, el peso promedio de faena es de 420 Kg. mientras que Johnson et al. (1986) faenaban animales de 310 Kg. de promedio. Esto implica que el peso al destete, donde el efecto materno tiene más relevancia, tiene un mayor peso relativo sobre el peso de faena que en este trabajo. Esto puede explicar el efecto significativo de la edad de la madre encontrado por Johnson et al. (1986).

#### **4.2.4. Análisis de espesor de grasa en el punto P8**

En el siguiente cuadro se realiza un resumen del análisis de varianza en donde se observa la probabilidad de cometer error de tipo 1 a peso de faena y edad de faena constantes para evaluar la significancia estadística de cada efecto sobre el grado de engrasamiento.

Cuadro N° 26: Resumen del análisis de varianza para EGS en el punto P8 a los tres criterios finales.

EFECTO	Pr>F	
	Edad de faena constante	Peso de faena constante
Genotipo	0,3320	0,3668
Año	<0,0001	<0,0001
Edad de faena	0,6994	-
Días a faena	0,2111	0,1901
Categoría	0,3134	0,1859
Peso de faena	-	0,9577

En el análisis se considerará un nivel de significancia 5%

En el siguiente cuadro (cuadro N° 27) se presentan los valores EGS en el punto P8 para cada genotipo a edad y a peso de faena constantes.

Cuadro N° 27: Medias de mínimos cuadrados de EGS en el punto P8 (mm.) según genotipo a edad y a peso de faena constantes.

GENOTIPO	EDAD CONSTANTE	PESO DE FAENA CONSTANTE
C/H	11,8	11,6
L/AH	10,2	9,7 <sup>s</sup>
L/H	11,7	11,4
L/RH	10,4	11,2
S/AH	10,0	9,7
S/H	10,9	10,8
S/RH	9,7	9,7

#### 4.2.4.1. Genotipo

En el cuadro N° 26 se puede observar que no existió un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) del genotipo sobre el EGS en el punto P8 tanto a peso como a edad de faena constantes.

#### 4.2.4.2. Otros efectos

Como se observa en el cuadro N° 26, existió un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) del año sobre el grado de engrasamiento tanto a edad como peso de faena constantes. Los novillos nacidos en el año 1999 fueron los que presentaron menores niveles de EGS en el punto P8, mientras que los nacidos en el año 1998 presentaron los mayores valores.

El efecto de la edad de la madre no fue significativo ( $p < 0,05$ ) tanto a peso como a edad de faena constantes. Esto coincide con lo reportado por Johnson et al. (1986) cuando al ajustar por estos puntos finales, tampoco encontraron diferencias significativas.

#### 4.2.5. Análisis de pH

En el siguiente cuadro se realiza un resumen del análisis de varianza en donde se observa la probabilidad de cometer error de tipo 1, para evaluar la significancia estadística de cada efecto sobre el pH. Vale aclarar que, a diferencia de las demás variables analizadas, el pH no se ajustó a los tres criterios finales constantes ya que esto no tendría ninguna utilidad.

Cuadro N° 28: Resumen del análisis de varianza para pH.

EFEECTO	Pr>F
Genotipo	0,8926
Año	<0,0001
Edad de faena	0,4058
Días a faena	0,4194

En el análisis se considerará un nivel de significancia 5%

Los datos que se presentan en el siguiente cuadro (cuadro N° 29) son las medias por mínimo cuadrados estimadas de pH para cada genotipo.

Cuadro N° 29: Valores de pH según los distintos genotipos.

GENOTIPO	pH
C/H	5,5
L/AH	5,5
L/H	5,5
L/RH	5,5
S/AH	5,5
S/H	5,5
S/RH	5,5

Como se observa en los cuadros N° 28 y N° 29 no existe un efecto significativo del genotipo en el pH ni tampoco diferencias estadísticamente significativas cuando se comparan individualmente cada uno de los genotipos ( $p < 0,05$ ). Como era de esperar, estos datos coinciden con los datos nacionales reportados por diferentes autores en donde concluyeron que la raza no tiene un efecto relevante en el pH (Pittaluga et al. 1996, Franco et al. 2002b).

Es importante destacar que ninguno de los genotipos analizados presentó, en promedio, problemas de valores de pH elevados que imposibiliten la exportación ( $pH > 5,8$ ). Ver cuadro N° 29.

Sobre el pH influyen una cantidad factores ya mencionados en este trabajo (tiempo de transporte, densidad de carga, manejo prefaena, etc). En este sentido, de los Campos et al. (2002) indicó que el pH es una variable sobre la cual inciden muchos factores; algunos de ellos pueden definirse a nivel primario, pero una parte importante se definen en el manejo prefaena, durante la faena y en el proceso de enfriado. A partir de estos otros factores que influyen en el pH, se puede concluir que el efecto de la raza sobre esta variable no es importante.

Por otro lado, se encontró un efecto significativo ( $p < 0,05$ ) del año sobre el pH. Es importante aclarar que en este trabajo no existieron datos de pH de los animales nacidos en el año 1997.

### 4.3. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

Cuadro N° 30: Resultados de las cinco variables estudiadas en este trabajo.

Variables	Genotipos	Edad cte. (25 meses)	Peso cte. (420 Kg.)	EGS cte. s (5,82 cm.)
PCC (Kg.)	C/H	222,7	211,8 d	222,4
	L/AH	229,5	222,5 a	219,7
	L/H	220,7	221,6 ab	228,8
	L/RH	227,3	223,0 a	219,0
	S/AH	232,8	218,7 bc	225,7
	S/H	226,6	215,9 c	237,2
	S/RH	231,3	219,8 bc	227,7
Cortes Valiosos (Kg.)	C/H	10,7	10,2 c	10,6
	L/AH	11,1	10,9 a	10,6
	L/H	10,8	10,8 ab	11
	L/RH	10,8	10,7 abc	10,5
	S/AH	11,3	10,7 abc	11,1
	S/H	11,0	10,7 abc	11,5
	S/RH	10,9	10,6 bc	10,9
AOB (cm. <sup>2</sup> )	C/H	56,7	51,4 d	57
	L/AH	60,9	59,8 a	59,0
	L/H	58,9	58,8 ab	59,2
	L/RH	59	58,5 ab	57,2
	S/AH	58,8	57,1 bc	58,8
	S/H	57	54,2 cd	59,2
	S/RH	58,6	57,3 abc	57,2
EGS en P8 (mm.)	C/H	11,8	11,6	-
	L/AH	10,2	9,7	-
	L/H	11,7	11,4	-
	L/RH	10,4	11,2	-
	S/AH	10,0	9,7	-
	S/H	10,9	10,8	-
	S/RH	9,7	9,7	-
Valores de pH 24 horas post-mortem.				
pH	C/H		5,5	
	L/AH		5,5	
	L/H		5,5	
	L/RH		5,5	
	S/AH		5,5	
	S/H		5,5	
	S/RH		5,5	

Nota: valores con la misma letra indican que no existieron diferencias estadísticamente significativas con 5% de probabilidad de cometer error

## **5. CONCLUSIONES**

Asumiendo que el efecto materno no tiene un impacto importante en las características de la carcasa y que este efecto es relevante únicamente en los primeros meses de vida de los terneros, a continuación se concluirá en función de esto.

1. No existió un efecto significativo del genotipo sobre el PCC cuando se lo ajustó a edad de faena y EGS constantes. Por otro lado, cuando se analizó la variable a peso de faena constante, sí se encontró un efecto significativo del genotipo sobre ésta. Los novillos hijos de padres Limousin fueron más pesados que los de Salers y éstos últimos que los de Charolais.

2. El efecto del genotipo no fue significativo sobre la cantidad de cortes valiosos de las carcasas ajustado a edad de faena y grado de engrasamiento constantes. Sin embargo cuando se ajustó la variable a peso de faena constante sí se encontró un efecto significativo. En este sentido, las razas Limousin y Salers presentaron mayor cantidad de Cortes Valiosos, en sus cruza simples frente a la raza Charolais. En lo que respecta a las razas maternas utilizadas, la inclusión de un 25% de genotipo Angus mejora la cantidad de cortes valiosos en relación al Red Poll.

3. El AOB no fue afectado por el genotipo cuando se lo ajustó a edad de faena y EGS constanes. Sin embargo, cuando se ajustó el AOB a peso de faena constante, sí se encontró un efecto significativo del genotipo. En tal sentido, los resultados indicaron una superioridad de la raza Limouisn respecto de Salers, y ésta a su vez presentó mayores AOB que Charolais. La superioridad de la raza Limousin, presentando mayores valores AOB, coincide con lo reportado en este trabajo tanto en la literatura nacional como internacional. Comparando las triples cruza con las cruza simples se podría decir que existiría una superioridad de la raza Angus frente a la Red Poll en el AOB, debida a las diferencias raciales.

4. No existió un efecto significativo del genotipo sobre el EGS en el punto P8 en ninguno de los dos puntos finales constantes estudiados (edad y peso de faena).

5. Como era de esperar, el pH no fue afectado significativamente por el genotipo. Es importante destacar que ninguno de los genotipos analizados presentó, en promedio, problemas de valores de pH elevados que imposibiliten la exportación.

6. El efecto de la edad de la madre (categoría) no fue estadísticamente significativo en ninguna de las variables analizadas en ninguno de los puntos finales constantes estudiados. Este resultado parecería lógico, teniendo en cuenta las características con las que fueron faenados los animales (25 meses de edad y 420 Kg. de peso de faena en promedio).

7. Dado el desbalance que existe en los datos utilizados en este trabajo de investigación, así como también el escaso número de años evaluados, no se podría utilizar lo concluido en él, como una única fuente de información a la hora de tomar decisiones prácticas. Por lo tanto, sería interesante continuar una línea de investigación en estos temas.

## **6. RESUMEN**

Los datos presentados y analizados se obtuvieron a partir del experimento N° 3 del proyecto “Cruzamientos en Bovinos para Carne” en el marco del convenio Caja Notarial de Jubilaciones y Pensiones - Facultad de Agronomía. Este convenio fue iniciado en 1992 y tuvo una duración de diez años. El experimento comenzó en el año 1997 con el nacimiento de los primeros animales y finalizó en el año 2001 cuando se faenaron los animales nacidos en 1999. La cantidad total de animales comprendidos en este trabajo fue de 306 novillos, los cuales fueron faenados a 25 meses de edad y con un peso de faena de 420 Kg. en promedio. Los datos se ajustaron a tres criterios finales constantes: edad de faena, peso de faena y grado de engrasamiento. Para ello se realizó un único modelo estadístico en el cual se registraron cada una de las cinco variables estudiadas en este trabajo: peso de carcasa caliente, cortes valiosos, área del ojo del bife, espesor de grasa subcutánea en el punto P8 y pH. Los valores promedios, los desvíos estándar, y los análisis de varianza se realizaron utilizando el programa SAS. No existió un efecto significativo del genotipo sobre PCC, Cortes Valiosos y AOB cuando se los ajustó a edad de faena y grado de engrasamiento. Cuando se analizó la variable PCC a peso de faena constante, el efecto del genotipo fue significativo ( $p < 0,05$ ). La raza Limousin fue la que presentó los mayores valores de PCC superando a la S en 5,7 Kg y esta última superando a C en 4,2 Kg. (hay que tener en cuenta que estos valores son de animales que contienen el 50% de los genes de la raza paterna, por tanto en las razas puras es esperable que la diferencia sea el doble de estos valores). En tanto, la raza Limousin fue la que presentó mayor cantidad de cortes valiosos a peso de faena constante respecto de la raza Charolais, no diferenciándose de la raza Salers. Cuando se ajustó el AOB a peso de faena constante, la raza Limousin fue la que presentó los mayores valores de AOB superando a la S en 4,6 cm<sup>2</sup> y en 7,4 cm<sup>2</sup> Charolais (aquí es válido el mismo comentario que para PCC). El efecto del genotipo no fue significativo cuando se analizó la variable de EGS en el punto P8, ajustada tanto a edad como peso de faena constantes. El pH no fue afectado significativamente por el genotipo. Es importante destacar que ninguno de los genotipos analizados presentó, en promedio, problemas de valores de pH elevados que imposibiliten la exportación. Los efectos año fueron altamente significativos en todas las variables analizadas. Por otro lado, no se encontró un efecto significativo de la edad de la madre (categoría) en ninguna de las variables.

Palabras clave: Cruzamientos; Bovinos de carne; Peso de carcasa caliente; Cortes valiosos; Área del ojo del bife; Espesor de grasa subcutánea; pH.

## **7. SUMMARY**

All the information analyzed above was obtained from the third experiment of the “Crossbreeding in Beef Cattle” project within the agreement between “Caja Notarial de Jubilaciones y Pensiones and Facultad de Agronomía”. This agreement was settled in 1992 and lasted ten years. The experiment began in 1997 as the first animals were born and ended in 2001 when the animals that were born in 1999, were slaughtered. The total amount of animals used for this project was 306 steers, which were slaughtered when they had 25 months of age and a slaughtered weight of 420 Kg. in average. The data was adjusted to three final end points: slaughter age, slaughter weight and fat thickness. Therefore a unique statistic model, in which the five characteristics studied were registered, was made: hot carcass weight (HCW), retail products, rib eye area (REA), fat thickness in the P8 point and pH. The average values, standard deviations and the variations’ analysis were obtained by using the SAS programme. There was no significant effect of the genotype on the HCW, retail products and rib eye area when being adjusted to the slaughter age and fat thickness. When analyzing the variable adjusted to slaughter weight constant, the Limousin breed was the one which had higher values, it had 5,7 Kg over S, and this one had 4,2 Kg over C. The Limousin breed was the one which had a higher amount of retail products at slaughter weight constant when comparing it to Charolais breed, not having any differences with Salers. Cuando se ajustó el AOB a peso de faena constante, la raza Limousin fue la que presentó los mayores valores de AOB superando a la S en 4,6 cm<sup>2</sup> y en 7,4 cm<sup>2</sup> Charolais (aquí es válido el mismo comentario que para PCC). When the REA was adjusted to slaughter weight constant, the Limousin breed was the one which presented the highest values of REA comparing it to Salers (4,6 cm<sup>2</sup> over), while the former had higher values than Charolais` (7,4 cm<sup>2</sup> over). The pH was not significantly affected by the genotype. It is important to highlight the fact that none of the genotypes analyzed presented, in average, any problems concerning the values of high pH that would unable exportation. Annual effects were significantly high in all the variables analyzed. On the other hand, there was no significant effect of the mother’s age on any of the variables.

Keywords: Crossbreeding; Cattle beef; Hot carcass weight; Retail product; Rib eye area; Fat thickness; pH.

## **8.BIBLIOGRAFÍA**

1. AGUILAR, I.; BRIZOLARA, J. 1995. Relevamiento de la utilización de los cruzamientos en ganado de carne en establecimientos integrados a los grupos CREA del sector ganadero. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 99-103.
2. AGUIRREZABALA, M. 1992. Sistemas de cruzamientos. In: Cruzamientos; una alternativa para el cambio (1992, Young). Ciclo de charlas. s.l., CADYL/Facultad de Agronomía. pp. 39-46.
3. ARCAUZ, A.; CONSTANTIN, J. 1996. Conformación y composición de las reses de novillos provenientes de cruzamientos entre toros de las razas Charolais, Hereford, Holando y Limousin sobre vacas de razas británicas y cruza. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 1-38.
4. ARTHUR, P.F.; HEARNshaw, H.; JOHNSTON, D.; STEPHENSON, P.D. 1995. Evaluation of Angus, Charolais and Hereford as terminal sire breeds on Hereford and first-cross cows. II. Carcass characteristics and retail yield of progeny. Australian Journal of Agricultural Research. 46: 1245 – 1258.
5. BALLESTEROS, F. 2006. Factores que afectan la calidad de la canal y de la carne en bovinos y ovinos (en línea). s.n.t. Consultado 20 jul. 2006. Disponible en [http://www.fagro.edu.uy/~alimentos/cursos/prod\\_carnicos/Unidad%203/Factores%20que%20afectan%20la%20calidad%20de%20la%20canal%20y%20de%20la%20carne.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~alimentos/cursos/prod_carnicos/Unidad%203/Factores%20que%20afectan%20la%20calidad%20de%20la%20canal%20y%20de%20la%20carne.pdf).
6. BLAKE DEVITT, J.C. 2000. Genetic parameter estimates for finished steers carcass and yearling bull ultrasound measurements. Thesis Master of Science. Guelph, Canadá. The University of Guelph. pp. 8-10.
7. CARDELLINO, R.; ROVIRA, J. 1987. Mejoramiento genético animal. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. pp. 65-91.
8. CARDOZO, O.; AGUERRE V. 2005. Producción intensiva de carne; Una alternativa para pequeños productores. (en línea). In: Jornada Anual Producción Intensiva de Carne Vacuna (2005, Las Brujas, Canelones). Las Brujas, INIA. s.p. (Serie Actividades de Difusión no. 438). Consultado 29 nov. 2005. Disponible en <http://www.inia.org.uy/online/site/publica.php>

9. CARDUZ, A. 1996. Análisis de los factores que afectan el pH de la carne en condiciones comerciales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 6-71.
10. CUNDIFF, L. 1988. Sources of genetic variation in beef cattle. In: National Breeders Roundtable, Poultry Breeders of America (1998, St. Louis, MO). Proceedings. Nebraska, USDA. Agricultural Research Service. pp. 74-104.
11. \_\_\_\_\_.; SZABO F.; KEITH, E.; GREGORY, K.; KOCH, R. M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, D.J. 1993a. Breed comparisons in the germplasm evaluation program at MARC. In: Beef Improvement Federation Anniversary Conference (25<sup>th</sup>.,1993, Asheville, North Caroline). Proceedings. Nebraska, USDA. Agricultural Research Service. s.p.
12. \_\_\_\_\_. 1993b. The impact of quantitative genetics on productive, reproductive and adaptative traits in beef cattle. In: Beef Improvement Federation Anniversary Conference (25<sup>th</sup>.,1993, Asheville, North Caroline). Proceedings. Nebraska, USDA. Agricultural Research Service. s.p.
13. DARTAYETE, A. 2005. Estimación de heredabilidades y correlaciones genéticas en características de peso vivo y carcasa en bovinos de carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 1-53.
14. DE LOS CAMPOS, G.; DE MATTOS, D.; SECCO, M.; LIGURINA, G.; SANTAMARINA. 2002. Valorización objetiva de canales en función de atributos económicamente relevantes. In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Tacuarembó). Cruzamientos en bovinos para carne. Montevideo, INIA. pp. 39-62 (Actividades de Difusión no. 295).
15. DEROUEN, S. M.; FRANKE, D. E.; BIDNER, T. D.; BLOUIN, D.C. 1992. Direct and maternal genetic effects for carcass traits in beef cattle. Journal of Animal Science. 70: 3677-3685.
16. FRANCO, J.; FEED, O.; GIMENO, D.; AGUILAR, I.; NAVAJAS, E. 2002a. Afectamos la calidad del producto al cruzar?. Calidad de la carne; pH y temeza. In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Tacuarembó). Cruzamientos en bovinos para carne. Montevideo, INIA. pp. 63-67 (Actividades de Difusión no. 295).
17. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; AVENDAÑO, S. 2002b. Cómo cambia el rendimiento carnicero con los cruzamientos, calidad de la canal. In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Tacuarembó). Cruzamientos

en bovinos para carne. Montevideo, INIA. pp. 31-37 (Actividades de Difusión no. 295).

18. GALLO, C. 2003. Carnes de cortes oscuros en bovinos (en línea). In: Jornada de Actualización Técnica sobre Bienestar Animal (2003, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Consultado 21 jul. 2006. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/50-carnes\\_de\\_corte\\_oscuro.htm](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/50-carnes_de_corte_oscuro.htm).
19. GIMENO, D. 1991. Aspectos teóricos de la utilización de cruzamientos. In: Foro Mejoramiento Genético Animal en el Uruguay en Vísperas del MERCOSUR (1991, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 24-25 (Serie Técnica no. 12)
20. \_\_\_\_\_; AGUILAR, I.; FRANCO, J.; FEED, O. 2002a. Cómo aumentar la eficiencia reproductiva utilizando los cruzamientos; rasgos productivos y reproductivos de hembras cruza. In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Tacuarembó) Cruzamientos en bovinos para carne. Montevideo, INIA. pp. 11-20 (Actividades de Difusión no. 295).
21. \_\_\_\_\_; AVENDAÑO, S.; NAVAJAS, E.; LAMAS, A. 2002b. Utilización de cruzamientos como herramienta para el aumento del beneficio económico, marco general. 2002. In: Seminario de Actualización Técnica. Cruzamientos en bovinos para carne. Montevideo, INIA. pp. 5-9 (Actividades de Difusión no. 295).
22. GOSEY, J. 2005. Crossbreeding the forgotten tool. In: The Range Beef Cow Symposium (19o., Rapid City, South Dakota). Proceedings. Lincoln, University of Nebraska. Animal Science Department. Pp. 39-47
23. GREGORY, K. E.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R. M. 1993 Use of crossbreeding and breed differences to meet specific target for production and carcass traits of beef cattle. United States Department of Agricultural. Beef Research. Progress Report no. 4. pp. 20-21.
24. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; DIKEMAN, M.E.; KOOHMARAINÉ, M. 1994a. Breed effects and retained heterosis for growth, carcass, and meat. Traits in advanced generations of composite populations of beef cattle. *Journal of Animal Science*. 72: 833-850.

25. \_\_\_\_\_. 1994b. Breed effects, retained heterosis, and estimates of genetic and phenotypic parameters for carcass and meat traits of beef cattle. *Journal of Animal Science*. 72: 1174-1183.
26. INSTITUTO NACIONAL DE CARNES (INAC). s.f. Manual de carne bovina y ovina del Uruguay. (en línea). Montevideo. Consultado 20 jul. 2006. Disponible en: [http://www.uruguaymeat.gub.uy/cortes/catalogo\\_es.php](http://www.uruguaymeat.gub.uy/cortes/catalogo_es.php).
27. JOHNSON, D. L.; BAKER, R. L.; MORRIS, C. A.; CARTER, A. H.; HUNTER, J. C. 1986. Reciprocal crossbreeding of Angus and Hereford cattle 2. Steer growth and carcass traits. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 29: 433-441.
28. MAGGI, N.; WARREN, E. 2002. Cruzamientos entre padres Charolais, Limousin y Salers con vientres Hereford, Angus-Hereford y Red Poll-Hereford, I. Peso al destete. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 1-47.
29. MARSHALL, D.M. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 72: 2745-2755.
30. MELUCCI, L. M.; MEZZADRA, C. A.; VILLAREAL, E. L. 2005. Programa cooperativo de evaluación genética de reproductores bovinos. In: Jornada Marplatenses de Extensión Universitaria (2as., 2005 Mar del Plata). La Universidad en la perspectiva socio-comunitaria. Balcarce, Argentina. INTA Balcarce. s.p.
31. MEZZADRA, C. 2002. Los cruzamientos para bovinos de carne; una herramienta interesante. (en línea). Balcarce, INTA. Consultado 3 mar. 2006. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/genetica/mezzadra>.
32. MONTEIRO, M.; PELUFFO, M. 2001. Terneza de la carne en novillos y vaquillonas provenientes de cruzamientos entre padres de razas continentales y madres de razas británicas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 1-45.
33. PITTALUGA, O.; BRITO, G.; SOARES DE LIMA, J.; DE MATTOS, D.; CORREA, D. 1996. Evaluación de reses de novillos Bradford en Uruguay, incluyendo características de calidad de carnes. (en línea). Buenos Aires, Argentina. Revista de Asociación Bradford Argentina. Consultado 20 mar. 2006. Disponible en [http://www.bradford.org.ar/biblioteca\\_14.htm](http://www.bradford.org.ar/biblioteca_14.htm).

34. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. pp. 212-216.
35. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. GAP-DIEA. 2005. Anuario estadístico agropecuario 2005 (en línea). Montevideo. Consultado 6 abr. 2006. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Diea/Anuario2005/index.htm>.
36. WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSE, J. D. 1997. Characterization of different biological types of steers (Cycle IV): wholesale, subprimal, and retail product yields. *Journal of Animal Science*. 75: 2389-2403.
37. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAINÉ, M. 2005. Characterization of biological types of cattle (Cycle VII); carcass yield and longissimus palatability traits. *Journal of Animal Science*. 83: 196-207.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1:

Número de observaciones según tipo de padres Charolais.

Padre	Número
C1	6
C2	5
C3	4
Total	15

Número de observaciones según tipo de padres Limousin.

Padre	Número
L1	8
L2	27
L3	26
L4	14
L5	34
L6	14
L7	20
Total	143

Número de observaciones según tipo de padres Salers.

Padre	Número
S1	60
S2	9
S3	11
S4	14
S5	19
S6	11
S7	14
S8	9
Total	147

Anexo 2:

Análisis de varianza de la variable PCC a edad de faena constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	144	0,49	0,8146
Año	2	160	11,98	<0,0001
Edad de faena	1	304	4,68	0,0313
Días a faena	1	303	2,73	0,0993
Categoría	1	296	2,62	0,1065

Análisis de varianza de la variable PCC a peso de faena constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	298	6,82	<0,0001
Año	2	298	67,64	<0,0001
Peso de faena	1	298	4714,65	<0,0001
Días a faena	1	298	3,94	0,0480
Categoría	1	298	0,01	0,9047

Análisis de varianza de la variable PCC a EGS constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	111	1,07	0,3858
Año	1	123	22,39	<0,0001
EGS	1	206	2,40	0,1226
Días a faena	1	209	25,05	<0,0001

Análisis de varianza de la variable cortes valiosos a edad de faena constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	125	0,93	0,4776
Año	2	162	7,74	0,0006
Edad de faena	1	289	4,77	0,0097
Días a faena	1	287	1,12	0,2908
Categoría	1	280	1,46	0,2276

Análisis de varianza de la variable cortes valiosos a peso de faena constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	290	2,11	0,0520
Año	2	290	4,41	0,0130
Peso de faena	1	290	701,61	<0,0001
Días a faena	1	290	2,84	0,0932
Categoría	1	290	0,06	0,8114

Análisis de varianza de la variable cortes valiosos a EGS constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	106	1,38	0,2287
Año	1	126	14,86	0,0002
EGS	1	199	1,70	0,1934
Días a faena	1	203	3,42	<0,0001

Análisis de varianza de la variable AOB a edad de faena constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	125	0,99	0,4348
Año	2	177	20,10	<0,0001
Edad de faena	1	247	11,90	<0,0007
Días a faena	1	246	3,23	0,074
Categoría	1	246	0,46	0,4992

Análisis de varianza de la variable AOB a peso de faena constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	115	2,42	0,0310
Año	2	196	12,77	<0,0001
Peso de faena	1	240	91,54	<0,0001
Días a faena	1	243	4,35	0,0380
Categoría	1	242	0,02	0,8888

Análisis de varianza de la variable AOB a EGS constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	97,6	0,81	0,5651
Año	1	101	21,73	<0,0001
EGS	1	157	0,07	0,7904
Días a faena	1	161	71,71	<0,0001

Análisis de varianza de la variable EGS en el punto P8 a edad de faena constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	120	1,16	0,3320
Año	2	176	34,05	<0,0001
Edad de faena	1	295	0,15	0,6994
Días a faena	1	294	1,57	0,2111
Categoría	1	287	1,02	0,3134

Análisis de varianza de la variable EGS en el punto P8 a peso de faena constante.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	137	1,10	0,3668
Año	2	178	25,29	<0,0001
Peso de faena	1	240	0,000	0,9577
Días a faena	1	242	1,73	0,1901
Categoría	1	240	1,76	0,1859

Análisis de varianza de la variable pH.

EFEECTO	G.L. Num.	G.L. Den.	Valor F	Pr>F
Genotipo	6	122	0,38	0,8926
Año	1	147	70,97	<0,0001
Edad de faena	1	244	0,69	0,4058
Días a faena	1	244	0,65	0,4194