

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE  
TERMINACIÓN-SUPLEMENTACIÓN Y ENGORDE A  
CORRAL SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL Y LA  
CALIDAD DE CANAL Y CARNE DE NOVILLOS  
HEREFORD**

por

**Maria Elvira BERIAU MILICH  
Juan Miguel IRIARTE TOUREM  
Diego TUCCI CASTRO**

**TOMO I**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2007**

Tesis aprobada por:

-----  
Ing. Agr. MSc. Ph. D. Alvaro Simeone

-----  
Ing. Agr. Donald Chalkling

-----  
D.M.V. MSc. Juan Franco

Fecha: -----

Autor:

-----  
Maria Elvira Beriau Milich

-----  
Juan Miguel Iriarte Tourem

-----  
Diego Tucci Castro

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestras familias por el apoyo en todo momento.

A los directores de tesis Ings. Agrs. Virginia Beretta y Alvaro Simeone y al Ing. Agr. Donald Chalkling por la guía y el apoyo brindado en cada una de las etapas de este trabajo. Al D.M.V. Juan Franco por su apoyo en especial en las etapas de faena y laboratorio.

Al Ing Agr. Gustavo Brito y demás técnicos del INIA por su colaboración durante las ecografías y en la etapa de faena

A Santiago Salaverry y colaboradores (Juan y Eduardo) por su invaluable ayuda y esfuerzo durante el trabajo de campo.

A los Ings. Agrs. Diego Cortazzo y Gustavo Viera, y a Diego T. por su colaboración en el trabajo de campo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. INTRODUCCIÓN.....	3
2.2. EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN, CALIDAD DE CANAL Y CARNE EN GANADO VACUNO .....	5
2.2.1. <u>Factores que afectan el crecimiento y desarrollo en ganado de carne</u> .....	5
2.2.1.1. Crecimiento en vacunos.....	8
2.2.1.2. Genotipo.....	9
2.2.1.3. Sexo.....	12
2.2.1.4. Nutrición.....	12
2.2.2. <u>Factores que afectan la calidad de la canal y carne</u> .....	14
2.2.2.1. Edad.....	15
2.2.2.2. Sexo.....	16
2.2.2.3. Genotipo.....	16
2.2.2.4. Nivel y tipo de alimentación.....	17
2.3. PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE TERMINACIÓN DE GANADO DE CARNE....	19
2.3.1. <u>Sistemas de terminación a pasto</u> .....	20
2.3.2. <u>Sistemas de terminación a pasto + suplemento</u> .....	22
2.3.3. <u>Sistemas combinados: pastoril-corral</u> .....	25
2.3.3.1. Edad del animal.....	26
2.3.3.2. Peso de ingreso al corral y estado nutricional previo .....	27
2.3.3.3. Concentración energética de la dieta.....	29
2.3.3.4. Tipo y procesamiento de grano.....	32
2.3.3.5. Contenido proteico de la dieta.....	36
2.3.3.6. Contenido de fibra.....	37

2.3.3.7. Tiempo de permanencia en el corral.....	38
2.4. IMPACTO DEL SISTEMA DE TERMINACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FINAL: CANAL Y CALIDAD DE CARNE.....	41
2.4.1. <u>Calidad de canal</u> .....	41
2.4.1.1. Sistema de alimentación (tipo de alimento y tasas de ganancia).....	43
2.4.1.2. Tiempo de permanencia en el corral.....	44
2.4.2. <u>Calidad de carne</u> .....	46
2.4.2.1. Color.....	46
2.4.2.2. Terneza.....	51
2.4.2.3. Marmoreo.....	55
2.4.2.4. Jugosidad y Flavor (sabor y aroma).....	56
2.4.2.5. Perfil de ácidos grasos.....	57
2.5. HIPOTESIS .....	61
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	62
3.1. LOCALIZACIÓN.....	62
3.2. CLIMA.....	62
3.3. SUELOS.....	62
3.4. ANIMALES .....	63
3.5. TRATAMIENTOS.....	63
3.6. PASTURAS, SUPLEMENTO Y RACION .....	65
3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	66
3.7.1. <u>Período pre-experimental</u> .....	67
3.7.2. <u>Período experimental</u> .....	67
3.7.2.1. Manejo de la pastura y suplemento.....	67
3.7.2.2. Manejo del corral.....	68
3.7.2.3. Manejo sanitario.....	69
3.8. DETERMINACIONES REALIZADAS.....	69
3.8.1. <u>Animales</u> .....	69
3.8.2. <u>Pastura</u> .....	70
3.8.2.1. Disponibilidad de materia seca de forraje para definir el tamaño de franja.....	70
3.8.2.2. Altura del forraje disponible.....	70
3.8.3. <u>Mediciones concentradas por período</u> .....	71
3.8.3.1. Consumo de forraje en pastoreo.....	71
3.8.3.2. Calidad de forraje ofrecido y residual.....	71
3.8.3.3. Consumo de suplemento a pasto y ración en el corral.....	72

3.8.4. <u>Mediciones pre y post faena</u> .....	72
3.8.4.1 Determinaciones en planta frigorífica.....	72
3.8.4.2. Determinaciones en laboratorio.....	74
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	75
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	77
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	77
4.1.1. <u>Forraje ofrecido</u> .....	77
4.1.2. <u>Calidad del forraje disponible</u> .....	79
4.1.2.1. Contenido de materia seca de la pastura.....	79
4.1.2.2. Composición botánica.....	80
4.1.3. <u>Forraje residual</u> .....	81
4.1.4. <u>Utilización de forraje</u> .....	82
4.2. CONSUMO.....	84
4.3. PERFORMANCE ANIMAL.....	87
4.3.1. <u>Evolución del PV y ganancia diaria</u> .....	87
4.3.2. <u>Eficiencia conversión</u> .....	92
4.4. DEPOSICION DE MUSCULO Y GRASA.....	95
4.4.1. <u>Evolución del área de ojo de bife</u> .....	95
4.4.2. <u>Espesor de grasa subcutánea (mm)</u> .....	98
4.5. CALIDAD DE CANAL.....	102
4.5.1. <u>Peso canal caliente, carne vendible y cortes valiosos</u> ..	102
4.6. CALIDAD DE CARNE.....	105
4.6.1. <u>Marmoreo, pH y ternera</u> .....	105
4.6.2. <u>Color de grasa y de músculo</u> .....	108
4.7. DISCUSIÓN GENERAL.....	112
TOMO II	
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	114
6. <u>RESUMEN</u> .....	116
7. <u>SUMMARY</u> .....	118
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	120
9. <u>ANEXOS</u> .....	136

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<b>Cuadro No.</b>	<b>Página</b>
1. Proporciones de hueso, músculo y grasa en reses de bovinos de carne a diferentes edades (Di marco,1998).....	7
2. Respuesta animal a la intensidad de pastoreo.....	21
3. Comportamiento animal a distintos niveles de suplementación y asignaciones de forraje.....	24
4. Efecto de la edad al momento de ingreso al corral sobre la performance animal.....	26
5. Valores descriptivos de las variables analizadas promedios para raciones y categorías de animales (ternero/a, vaquillona y novillo) en 125 corrales de encierre.....	28
6. Efecto de la concentración energética de la dieta en la performance de novillos.....	32
7. Ganancia media diaria y consumo de materia seca de animales alimentados con dietas en base a granos con diferentes métodos de procesamiento.....	35
8. Eficiencia de conversión de animales alimentados con dietas en base a granos con diferentes métodos de procesamiento y su contenido de energía metabolizable.....	35
9. Efecto del nivel y tiempo de inclusión de fibra sobre la performance de novillos en crecimiento y terminación.....	38
10. Efecto de los días a pasto y a corral sobre la performance de novillos (resumen de trabajos).....	39
11. Respuesta en calidad de canal a diferentes factores: sistema de alimentación, tipo de alimento, ganancias diarias, tiempo de permanencia en corral (resumen de trabajos).....	42

12. Efecto de diferentes factores sobre la terneza de la carne (resumen de trabajos).....	52
13. Efecto de la dieta en la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular (resumen de trabajos).....	59
14. Ingredientes y composición química .....	66
15. Disponibilidad, altura promedio y composición química del forraje ofrecido durante el período experimental.....	77
16. Evolución de la composición botánica de la pastura (% MS total) de raigrás ofrecida durante el período experimental .....	81
17. Cantidad, altura promedio y composición química de forraje residual para todo el período experimental .....	82
18. Consumo de materia seca total, de pastura, de suplemento y de RTM por período de 40 días y para el periodo total a pasto y a corral en cada tratamiento, expresada como kg MS/animal/día.....	85
19. Consumo de materia seca total, de pastura, de suplemento y de RTM por período para cada tratamiento, expresada como %PV.....	83
20. Ganancias medias de peso vivo (GMD) promedio para todo el período (kg/animal/día), por período y fase de alimentación (pasto o corral).....	90
21. Eficiencia de conversión (EC) individual (kg MS alimento/kg ganancia de peso vivo) total, a pasto y a corral para novillos con diferente tiempo de permanencia a pasto y a corral durante los 120 días previos a la faena.....	93
22. Área ojo de bife (cm <sup>2</sup> ) al inicio del experimento, final y variación medida cada 40 días a través de ecógrafo .....	97
23. Espesor de grasa subcutánea (mm) al inicio del experimento, final y variación medida cada 40 días a través de ecógrafo.....	100

24. Peso canal caliente (kg/animal), peso del corte pistola (kg), carne vendible y cortes valiosos (% de peso corte pistola) de los diferentes tratamientos obtenidos a la faena .....	103
25. Contenido promedio de grasa intramuscular (marmoreo), ph a las 24 horas y terneza (w/b) para cada tratamiento a la faena.....	106
27. Efecto de los tratamientos sobre el color del músculo l. Dorsi y de la grasa subcutánea. ....	109

#### **Figura No.**

1. Curva de crecimiento total o de ganancia acumulativa de peso (Di marco, 1998).....	8
2. Curva de ganancia de peso por unidad de tiempo (Di marco, 1998).	9
3. Eficiencia de utilización de la energía metabolizable para mantenimiento en función de la energía no glucogénica/ glucogénica.....	30
4. Efecto de la suplementación con grano de maíz sobre la eficiencia parcial de utilización de la energía metabolizable para la ganancia de peso (kf) en bovinos.....	31
5. % variación instrumental L* y brillo visual en el longissimus dorsi de animales luego de pastorear una dieta en base a pastura o concentrado. ....	48
6. Intensidad media de algunos sabores de la carne de animales alimentados en base a pasto (0) o después de cambiar por (d) días de alimentación en base a grano.....	57
7. Evolución del contenido de materia seca (%) del forraje ofrecido.....	79

8. Utilización de forraje (%) en el transcurso del experimento, por novillos pastoreando al 5% af.....	83
9. Evolución de peso vivo vacío durante el período experimental.....	88
10. Evolución del área de ojo de bife de los diferentes tratamientos medida a través de ecógrafo.....	96
11. Evolución en espesor de grasa subcutánea medida a través de ecógrafo.....	99

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los sistemas intensivos de invernada vacuna en Uruguay se desarrollan básicamente sobre pasturas mejoradas, praderas y verdeos. Una mayor intensificación de estos sistemas a través de la utilización de concentrados energéticos como suplementos y la introducción de feedlots (corrales de engorde), surgen como alternativas para aumentar la productividad y a su vez obtener un producto diferenciado para alcanzar nichos específicos de mercado (negocio del “choice”), para el cual la exigencia es de 120 días de permanencia en el corral, estrategia definida para alcanzar un peso de carcasa de 280 kg, edad de faena 2-4 dientes y determinado nivel de grasa intramuscular (choice).

Simeone et al. (2002, 2005) reportaron ganancias de 1,3 kg/día en novillos pastoreando sobre raigrás, al 5% de asignación de forraje y suplementados al 1% de peso vivo para el período otoño-invierno, estas ganancias son comparables a las obtenidas en base a feedlot, pero a un menor costo por kg ganado. La hipótesis que se plantea es que animales a igual ganancia de peso, manejados a corral o bien suplementados sobre pasturas, alcanzarían igual peso de faena, pero presentarían diferencias en las características de la canal y calidad de la carne (ph, terneza, marmoreo, composición de ácidos grasos), las que estarían directamente relacionadas al sistema de alimentación. De ser así, surge la interrogante de cual sería el tiempo mínimo necesario de corral para que se manifiesten estas diferencias.

Por otro lado, en la actualidad la sociedad está más consciente del cuidado de la salud, por lo que las tendencias en el consumo se han

reorientado hacia carnes más magras. Al mismo tiempo, una porción de la población no quiere sacrificar la calidad del alimento. Estudios previos han demostrado que el incluir pasto en la dieta de los animales produce carne más saludable, por esa razón, varios investigadores se han enfocado a estudiar el efecto del sistema de alimentación sobre la performance animal y calidad de la carne y la canal, pero a nivel nacional la información es escasa.

Teniendo en cuenta los cambios en la demanda y dada cierta evidencia que la carne de animales alimentados en base a pasturas podría tener una composición diferente a la de animales terminados a corral, el objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto sobre la performance animal y la calidad de canal y carne, del engorde a corral y del tiempo de permanencia dentro de éste, en sustitución a la terminación sobre pasturas de alta calidad con suplementación energética, definidas éstas como estrategias para alcanzar pesos de faena en torno a los 540 kg (280 kg peso carcasa).

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

El mercado de alimentos en general está sufriendo un cambio desde la demanda hacia la oferta, los consumidores están exigiendo más información acerca de la salubridad y calidad de los alimentos que consumen (Recalde y Barraud, 2002). Por su parte, Bernaza (2003) consideró que las tendencias mundiales podrían estar afectando la dinámica del mercado local, como la demanda por productos de mayor calidad, característica en la que se destacan factores como el sabor y la terneza. Se entiende que en el futuro dichas tendencias tendrán mayor incidencia en el consumo de carne vacuna (Ordeix, citado por Crespo et al., 2004).

En Uruguay, con la reapertura de mercados, surge la inclusión de corrales de engorde como una tecnología de importante difusión en la región del litoral oeste, con el objetivo de obtener un producto diferenciado, asociado a una vía de comercialización específica (negocio del “choice”). Por su parte, Simeone et al. (2002, 2005) reportaron ganancias de 1,3 kg/día en novillos alimentados en base a pasturas y suplementados. Estas ganancias son comparables a las obtenidas en feedlot.

Elizalde (1999) define la calidad de la carne desde tres puntos de vista: de los frigoríficos, de los abastecedores y de los consumidores. Para los primeros es un determinado peso de la media res, rendimiento, proporción de

carne magra y engrasamiento. Para los segundos es un adecuado tamaño de corte, color de la carne y de la grasa y el mantenimiento de los colores de la carne en las góndolas el mayor tiempo posible. Para los terceros la calidad está dada por el sabor, la ternura y la jugosidad.

Dada cierta evidencia que la carne de animales alimentados en base a pasturas podría tener una composición diferente a la de animales terminados a corral, disminuyendo el contenido de grasa de las carnes y la composición de sus ácidos grasos mejorada (Rearte, 2002). Gil y Huertas (2001) concluyeron que la carne vacuna producida en Uruguay en base a pasturas naturales es altamente recomendable por su bajo contenido en grasa intramuscular y en colesterol, así como por su alto contenido en proteínas con relación a otras especies; si bien, el color y el contenido de grasa son dos de los factores identificados como limitantes de calidad de las carnes uruguayas.

La eficiencia de producción del sistema, la calidad de canal y carne son influenciados por factores inherentes al animal: genotipo, sexo y factores externos: sistemas de alimentación, dichos sistemas difieren tanto en productividad como en eficiencia; estos factores se revisan a continuación.

## **2.2. EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN, CALIDAD DE CANAL Y CARNE EN GANADO VACUNO**

### **2.2.1. Factores que afectan el crecimiento y desarrollo en ganado de carne**

A medida que el animal crece se transforma, sus proporciones se modifican, así como su conformación interior y exterior (Di Marco, 1993).

Hammond (1960) estableció que los diferentes órganos, tejidos y piezas anatómicas del animal no tienen todos la misma velocidad de crecimiento en un momento dado. El orden en que los distintos tejidos alcanzan su máxima velocidad de crecimiento es:

Nervioso > óseo > muscular > grasa

A su vez, los diferentes depósitos grasos ocurren en el siguiente orden, primero la grasa intermuscular, luego la interna, la subcutánea y finalmente la grasa intramuscular o marmoleado (Fernández Mayer, 1998). Si se restringe la alimentación se mantiene el orden de prioridades, dejando de crecer el tejido graso, si aumenta la restricción también se catabolizará el tejido muscular y así sucesivamente (Hammond, 1960).

A medida que aumenta la edad y el peso del animal, las proporciones relativas de hueso y músculo disminuyen mientras que la de grasa aumenta (Di Marco, 1993).

Estudios realizados por Byers, citado por Owens et al. (1995) demuestran que la proteína crece a rendimientos decrecientes hasta llegar a un plateau y la grasa crece exponencialmente. La deposición de proteína disminuye a cero cuando el animal alcanza la madurez (cuando el peso vacío está compuesto por aproximadamente 36% de grasa), pero la deposición de grasa continúa (Owens et al., 1995)

El cuadro 1 muestra como a medida que el animal envejece, disminuye la proporción de hueso y de músculo y hay un incremento en la proporción de grasa. Sin embargo, en cifras absolutas, el animal maduro sigue teniendo más músculo que grasa.

**Cuadro 1:** Proporciones de hueso, músculo y grasa en reses de bovinos de carne a diferentes edades.

Edad	% Hueso	% Músculo	% Grasa
3 meses	26	67	7
8 meses	18	66	16
33 meses	13	49	38
39 meses	10	47	43

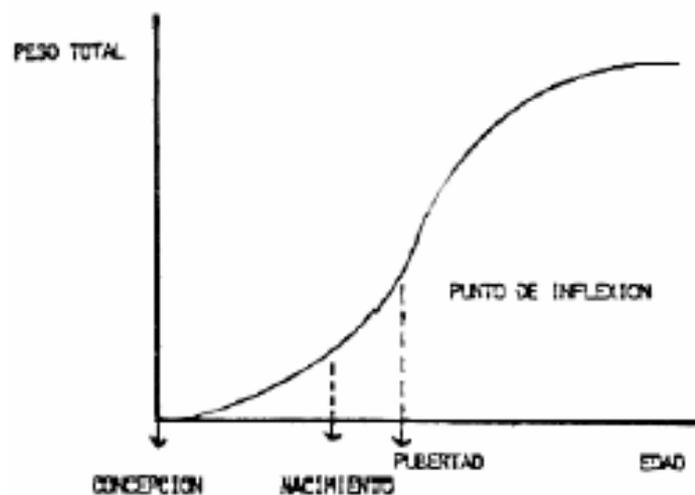
Fuente: Di Marco (1998)

El crecimiento postdestete puede ser representado por una curva sigmoide, con una aceleración en la pubertad y disminución de las tasas de ganancias de peso al aproximarse a la madurez (Di Marco, 1993).

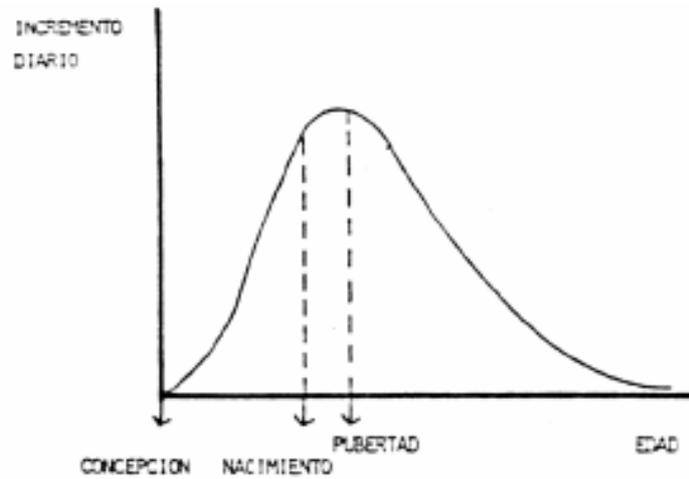
La relación proteína/grasa de la carcasa puede aumentar a través de un mayor tamaño maduro, administrando hormonas, limitando el consumo de energía durante el período de crecimiento o la terminación, o faenando los animales en etapas más tempranas (Owens et al., 1995).

### 2.2.1.1. Crecimiento en vacunos

En la curva de las figuras N° 1 y 2, se expresa más claramente los cambios de velocidad de crecimiento, el crecimiento aumenta a ritmo acelerado a partir de la concepción en progresión lineal hasta alcanzar un máximo que coincide con la pubertad y luego desciende algo más gradualmente (Di Marco, 1993).



**Figura 1:** Curva de crecimiento total o de ganancia acumulativa de peso (Di Marco, 1998)



**Figura 2:** Curva de ganancia de peso por unidad de tiempo (Di Marco, 1998)

El crecimiento es afectado por factores pre-natales y post-natales. Los post-natales se pueden dividir en factores pre-destete y post-destete, dentro de estos últimos los más importantes son: genotipo, sexo y nutrición (Di Marco, 1993).

#### 2.2.1.2. Genotipo

El frame es uno de los principales factores que agrupa diferentes razas, se obtiene de una fórmula que tiene como variables la altura y la edad del animal, los puntos menores de frame corresponden a razas más chicas (precoces) mientras que los puntos mayores son las de mayor tamaño (tardías).

Los animales de mayor facilidad de terminación son los de tamaño estructural o frame pequeño, los de mayor edad y las hembras. Los animales de mayor tamaño y los jóvenes tienen que engordarse con una alimentación de alta concentración energética para lograr un adecuado grado de terminación (Di Marco, 1998).

Coincidiendo con lo anterior Santini et al. (2003) ofreciendo dos dietas de concentración energética contrastantes, encontraron que animales de mayor frame lograron mayores ganancias diarias de peso vivo y tuvieron una menor tasa de engrasamiento que los animales de menor tamaño, por lo que su tiempo de engorde y peso de terminación fue mayor. Esta interacción entre genotipo y el nivel de alimentación es de fundamental importancia, a los efectos de relacionar la interacción entre el potencial del animal, la calidad de la res, el nivel de alimentación y costo de producción (Gola y Paggi, 2004).

Thompson y Barlow (1981) examinaron 104 carcasas de novillos Hereford, Brahman x Hereford, Simmental x Hereford y Friesian x Hereford, alimentados en base a pasturas; los animales se faenaron cuando los Hereford alcanzaron 270, 370, 470 y 570 kg de peso. A un mismo peso vivo, los novillos cruza Brahman tuvieron un peso de carcasa mayor que los Hereford puros, los cuales fueron más pesados que los cruza Simmental y Friesian. A un mismo peso de carcasa, las cruza Hereford y Brahman tuvieron un mayor espesor de grasa que las carcasas de las cruza Simmental y Friesian.

La velocidad de crecimiento tiene una estrecha correlación con el peso adulto del animal. Al ser mayor el peso adulto tiende a incrementarse la

ganancia diaria de peso vivo. La precocidad también está relacionada con el peso adulto, a mayor peso adulto menor precocidad y viceversa (Di Marco, 1993). Los animales de alto potencial de crecimiento son más jóvenes a un mismo peso y en consecuencia depositan más proteínas que grasa cuando aumentan de peso (Di Marco, 1998). Debido a que el requerimiento energético para ganar un kilo de peso será dependiente de la proporción de músculo y grasa, a una misma edad, animales de diferentes precocidades presentarán distintos valores calóricos de la ganancia de peso (Ustarroz y De León, 2004)

El tamaño maduro puede ser alterado genética y nutricionalmente (Owens et al., 1995). Block et al. (2001) concluyen que la raza afecta el crecimiento animal y podría ser utilizada en programas para modificar características de valor comercial de las carcasas.

Sherbeck et al. (1995) evaluando distintas cruzas (100% Hereford, 75% Hereford y 25% Brahman y 50% Hereford y 50% Brahman) a diferentes tiempos de corral (84, 98, 112 y 126 días) concluyen que faenados a peso constante los novillos Hereford puros presentaron mayor ganancia diaria con carcasas más livianas, *Longissimus dorsi* más pequeños y mayor marbling. Los media sangre presentaron los mayores valores de rendimiento (100H=61.5, 25H:75B=61.9, 50H:50B=63.3). Di Marco (1993) concluye que los biotipos de maduración temprana logran el marmoleado con mayor facilidad, pero tienen el inconveniente que cuando se alimentan con dietas altamente energéticas acumulan un exceso de grasa subcutánea, grasa interna y visceral.

### **2.2.1.3. Sexo**

Los machos crecen más rápido que las hembras debido a la mayor potencia de los andrógenos con respecto a los estrógenos sobre la estimulación del crecimiento, consumen más alimento por una mayor tasa metabólica, y son más eficientes en la conversión del mismo, esto en parte se explica porque las hembras depositan grasa antes que los machos castrados, y éstos antes que los enteros (Di Marco 1993, Franco y Feed 2004). A una misma edad los machos son más pesados que las hembras, además el macho entero tiene mayor proporción de hemoglobina y glóbulos rojos en sangre lo que hace que su carne sea más oscura que la del macho castrado y que la de la hembra (Di Marco, 1993).

Elizalde et al. (2003), evaluando la categoría animal como un factor que afecta el consumo, la ganancia de peso y la eficiencia de conversión, observaron que a igual peso y nivel de consumo, los novillos tuvieron mayor ganancia de peso y eficiencia de conversión que las vaquillonas (6,8 vs. 7,1 kg de alimento consumido/kg ganancia). Por cada 100 kg de aumento del peso de entrada al corral, las hembras disminuyen su conversión en 1,23 kg de ganancia /kg alimento consumido, los machos en 1,11 kg.

### **2.2.1.4. Nutrición**

Al disminuir la tasa de ganancia de peso la retención de grasa es más afectada que la de proteína y en consecuencia el porcentaje proteico aumenta

(Di Marco, 1998). A pesar que la deposición de grasa puede ser modificada a través del aporte de energía neta, la tasa de aumento de grasa de novillos en terminación alimentados con concentrados *ad libitum* alcanza un plateau aproximadamente a una ganancia de 550 gr/día. En contraste, la proteína aumenta en proporción al peso vacío (Owens et al., 1995).

Al aumentar el tamaño estructural, aumenta la retención de proteínas y disminuye la de grasa, y al aumentar el peso vivo la ganancia de peso se realiza a expensas de una mayor acumulación de grasa, al punto que, novillos de razas Británicas tradicionales después de los 550 kg de peso vivo, prácticamente no retienen tejido proteico cuando ganan peso (Di Marco, 1998).

En rumiantes la eficiencia de la retención de tejidos, como kcal de tejido/kcal de EM de alimento, es del 20 % cuando el animal retiene proteínas y del 75 % cuando retiene grasas (Geay, citado por Di Marco, 1998). No obstante, cuando la eficiencia se expresa en términos de peso de tejido magro y grasa (g de tejido/kcal EM), las eficiencias tienden a ser similares debido a que el primer tejido contiene un 75 % de agua y el segundo entre 5 a 20 % (Di Marco, 1998). Según Owens et al. (1995) el proceso de conversión de proteína a grasa es ineficiente, por lo que un exceso de proteína es utilizado ineficientemente.

Ross et al. (2005) sugieren que la alimentación previa al ingreso al feedlot altera la expresión de los genes en la deposición de grasa y que esta deposición es influenciada de diferente manera. Por su parte, Pethick et al. (2004), estudiando el patrón de deposición de grasa intramuscular y su posible manipulación tanto en la fase de recría como en la de terminación, dividen el

proceso en tres etapas: i) un periodo de crecimiento hasta los 200 kg de carcasa en la que la grasa intramuscular no aumenta; ii) un periodo desde 200-450 kg, en la que la grasa aumenta linealmente y iii) hasta los 500 kg de carcasa en la que la deposición de grasa intramuscular llega a su máximo; o sea que la grasa intramuscular aumenta no solo en el periodo de terminación sino que también en los periodos anteriores. El mayor potencial para aumentar la deposición de grasa intramuscular durante la fase de terminación sería a través de un aumento en la energía neta del alimento o un aumento de la glucosa como producto final de la digestión. Esto se podría lograr por un incremento en el contenido lipídico de la dieta, o por un aumento de contenido de grano; del procesado del mismo, que maximicen ambas: la fermentación ruminal para producir precursores glucogénicos (propiónico) y digestión del almidón a nivel intestinal. Estas dietas promueven el aumento del nivel de hormonas anabólicas (insulina) estimulantes de la lipogénesis.

### **2.2.2. Factores que afectan la calidad de la canal y carne**

La calidad de canal está determinada por el peso de la media res, rendimiento, proporción de carne magra y engrasamiento (Elizalde, 1999). Mientras que la calidad de la carne está definida por su composición química (valor nutricional) y por sus características organolépticas (valor sensorial) tales como la ternura, el color, el sabor y la jugosidad. El sistema de producción, el tipo de animal, el plano nutricional ofrecido, pueden modificar considerablemente estas características (Depetris et al., 2005).

### **2.2.2.1. Edad**

Las diferencias de calidad de carne vinculadas con la edad del animal, se deben a cambios profundos en la composición y características de los músculos (Depetris, 2000).

Sainz et al. (2004) comparando diferentes períodos de pastoreo y corral en las características de la carcasa en novillos, concluyeron que animales de mayor edad alcanzaron los 10 mm de grasa subcutánea a mayor peso.

La terneza se encuentra claramente afectada por la edad, la mayoría de las investigaciones concuerdan en que las diferencias en la terneza se producen entre los 18 y los 42 meses de edad, a mayor edad menor terneza, (Depetris, 2000). En contraste, Purchas et al. (2002) encontraron una disminución en la terneza de la carne cuando la edad de los animales aumenta de 8 a 10 meses. Un aumento en la cantidad y una disminución en la solubilidad del colágeno se relacionan con la maduración de los animales, incrementando la dureza de la carne (Depetris y Santini, 2005).

Con la edad, la intensidad del color de la carne aumenta por la mayor tasa de acumulación de mioglobina, cuyo contenido crece rápidamente en el músculo hasta los dos años de edad, a partir de donde el aumento es menos elevado, la jugosidad disminuye, el flavor (combinación de aroma y sabor) aumenta, esto es atribuido a un aumento en la tasa de grasa intramuscular (Depetris, 2000).

#### **2.2.2.2. Sexo**

En contraposición a los resultados encontrados en la literatura donde se destaca un mayor rendimiento en segunda balanza para los animales enteros, Franco y Feed (2004) encontraron los mayores valores en rendimiento canal en los animales castrados al nacer en relación a los que se mantuvieron enteros (56.5% vs. 54.9%, respectivamente), alcanzando los terneros castrados a los 6 meses de edad valores intermedios (55.4%)

El sexo y la categoría afectan la terneza. La carne de toro es generalmente más dura que la de novillo y ésta más dura que la de las hembras, a su vez tiene influencia sobre el color, la cantidad de pigmentos es mayor en las hembras que en los toros, no existiendo diferencias entre estos últimos y los novillos. Sin embargo a la misma edad la carne de toro es la más oscura, siendo esto atribuido al pH más elevado de la carne de toro (Depetris, 2000).

#### **2.2.2.3. Genotipo**

La terneza está influenciada por factores inherentes al animal, entre los que se encuentran el estado de las miofibrillas musculares, la cantidad y el tipo de tejido conectivo y la cantidad de grasa intramuscular o marmoreado (Depetris y Santini, 2005).

Las diferentes razas tienen distinta composición de la carcasa. Entre los Bos Taurus estas diferencias se producen alrededor de la precocidad de las mismas; las razas más tardías tienen mayor desarrollo muscular y limitado desarrollo del tejido graso. Las diferencias en cuanto a terneza entre B. Taurus y B. indicus están bien establecidas y en las cruzas, este factor se acentúa a medida que aumenta la proporción de sangre índica en el cruzamiento. Estas diferencias estarían explicadas por, la mayor proporción de tejido conectivo y a la mayor proporción de calpastatina en la carne 24 horas posteriores a la faena (Thompson y Barlow, Depetris, Koch et al., Wheeler et al., citados por Franco y Feed, 2004).

Wheeler et al. (2002), calcularon un coeficiente de correlación entre la terneza y el contenido de colágeno en el *Longissimus dorsi* de  $-0.12$  (para el bife crudo) y  $-0.45$  (para el bife cocido).

#### **2.2.2.4. Nivel y tipo de alimentación**

Parámetros como peso de la res, marmoleado y grasa subcutánea están afectados por la concentración de energía de la dieta o por la cantidad de energía consumida; mientras que otros como el color de la grasa y del músculo, sabor y aroma, son influenciados por el tipo de dieta consumida, y en condiciones de pastoreo también por la especie forrajera utilizada, debido a la presencia de compuestos presentes en el forraje que cuando son consumidos son transferidos directamente a la res (Elizalde, 1999). En general las investigaciones que comparan bovinos alimentados a pasto, pasto suplementado con grano y sólo con grano, encuentran que los alimentados a

pasto tienen menor porcentaje de grasa, menor marmoleado (veteado), menor calidad de res, que los alimentados con grano, no encontrándose diferencias en características sensoriales (Depetris, 2000).

Estrategias de alimentación específicas pueden modificar el balance entre síntesis y degradación de proteína en el músculo, y con esto la terneza de la carne y el nivel de energía en el músculo al momento de la faena; con esto se afecta la tasa de descenso de pH, la capacidad de retención de agua y las características sensoriales (Andersen et al., 2005).

Altas ganancias de peso previo a la faena mejorarían la terneza por un aumento en la proporción de colágeno soluble, por el incremento de la actividad proteolítica y la potencial actividad glucolítica (Depetris y Santini, 2005). En animales alimentados con dietas de baja calidad el crecimiento es más lento, requiriendo más tiempo para alcanzar el peso de faena; esto produce modificaciones del colágeno con incremento en la dureza de la carne afectando la terneza (Lasta, 1997). French et al. (2001), calculó una correlación negativa entre la terneza y la tasa de crecimiento de carcasa. En contraste, Nuernberg et al. (2005) no encontraron relación entre la ganancia diaria y la terneza.

Los forrajes verdes consumidos por el ganado contienen concentraciones altas de carotenoides que prácticamente no sufren cambios en el rumen. Son absorbidos y depositados en el tejido adiposo ocasionando su coloración amarillenta. En bovinos, el principal pigmento responsable de esta coloración es el beta-caroteno y en segundo lugar la luteína (Mora et al., 2000), esto limita su comercialización debido al rechazo del producto por los consumidores, quienes

suponen que la carne proviene de animales viejos o de desecho (Barrón et al., 2004). Esta característica se acentúa cuando se comparan animales consumiendo pasturas vs. granos, ya que estos últimos presentan niveles de carotenos muy inferiores a los de las pasturas (Depetris y Santini, 2005).

El sistema de alimentación en base a pasto tiene efectos positivos en el perfil de ácidos grasos, conteniendo mayores porcentajes de ácidos grasos omega3 y ácido linoleico conjugado, lo que resulta en un producto más saludable (Nuernberg et al., 2005).

### **2.3. PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE TERMINACIÓN DE GANADO DE CARNE**

La producción de carne vacuna en invernadas del litoral oeste del Uruguay se sustentan básicamente en el pastoreo directo del forraje proveniente de pasturas cultivadas y verdeos estacionales (Berasain et al., 2002). En ciertas épocas del año, como durante el período otoño-invierno, se utilizan granos de cereales como suplemento para corregir desbalances nutricionales y mejorar la ganancia de peso. En los últimos años se observa una mayor intensificación a través de la introducción de feedlots (Simeone y Beretta, 2004). El ingreso de animales en este sistema generalmente se realiza al inicio del invierno con 350-380 kg, obteniéndose ganancias en torno a 1.3 kg/día (Simeone y Beretta, 2007).

### **2.3.1. Sistemas de terminación a pasto**

El principal determinante de la producción de carne en sistemas a pasto es el consumo, el cual se ve afectado por las características de la base forrajera (disponibilidad, altura, estructura, contenido de materia seca, calidad), prácticas de manejo y por características del animal. Este tema ha sido ampliamente abordado por Berasain et al. (2002), Elizondo et al. (2003).

Cangiano y Gómez (1985) estimando el consumo sobre Avena sativa, observaron que a mayor disponibilidad, el consumo voluntario aumentaba siendo máximo entre 1500-1800 kg MS/ha. Por su parte, según Holmes, citado por Grainger y Mathews (1989), con menos de 2000 kg MS/ha el consumo se ve reducido, a través de una menor tasa de consumo y un aumento en el tiempo de pastoreo.

En pasturas en estado vegetativo el tamaño de bocado se incrementa al incrementarse la altura, siendo ésta es la principal variable que influye en el consumo (Forbes, 1988). Hodgson (1981) por su parte reportó que la altura de la planta de raigrás esta altamente correlacionada y en forma positiva con la disponibilidad. Morris et al. (1993) concluyeron que en otoño se requieren de 12-15 cm de altura para lograr la máxima performance animal en pasturas de trébol blanco y raigrás ( $r^2= 0.84$ ).

Vérité y Journet, citados por Chilbroste (1998) trabajando con vacas lecheras sobre pasturas con bajo contenido de materia seca concluyeron que

el consumo de forraje se redujo a una tasa de 1 kg de MS por cada 4% de disminución en el contenido de materia seca por debajo del 18%. La reducción en el consumo puede estar dada por una limitación de tipo física ya que el agua está “entrampada” dentro de la estructura celular y sólo puede ser liberada durante la rumia.

En el cuadro 2 se presenta un resumen de trabajos realizados por varios autores en diferentes años.

**Cuadro 2:** Respuesta animal a la intensidad de pastoreo

Época	Cat	PV (kg)	Pastura	AF	GMD (kg/d)	Utiliz.de pasto (%)	Autor
Invierno	Nov	362	Pradera	1.5 3	0.173 0.904	81.8 57.2	Risso et al. (1991)
Oto-inv	Nov	380	Pradera	1.5 3	0.190 0.950	80 66	Cibils et al. (1996)
Invierno	Nov	362	Pradera	1.5 3	0.173 0.904	81.8 57.2	Risso et al. (1991)
Oto-inv	Nov	300	Verdeo-pradera	2.5 5	0,316 0,507		Damonte et al. (2004)
Invierno	Nov		Verdeo	1,5 2,3 3	0,690 1,340 1,209		Ustarroz et al. (2004)
Oto-Inv	Nov	203,6	Pradera	1,5	0,536		Kloster et al. (2004)
Oto-inv	Nov	300	Verdeos	2.5 5	0.338 0.776	62 39	Simeone et al. (2005)

AF: asignación de forraje expresado en kg MS/100kg PV

A partir del cuadro 2 se observa que al aumentar la asignación de forraje las ganancias mejoran. Las variaciones en los ritmos de engorde para una misma época en diferentes años se atribuyen a que la producción de forraje es altamente variable (Elizalde et al., 2003).

En algunas épocas del año se presentan deficiencias debidas a calidad y/o cantidad de forraje disponible. Cualquiera de estas limitantes ocasiona restricciones para la ganancia de peso (Ustarroz y De León, 2004). Una alternativa para superar estas limitantes son los sistemas de terminación a pasto más suplemento, el uso de éstos tiene como objetivo adicionar algo que falta ya sea en cantidad o calidad como para que la producción animal obtenida en pastoreo se mantenga o aumente a través de un aumento de la carga y/o de la ganancia de peso (Horn et al., 1998).

### **2.3.2. Sistemas de terminación a pasto + suplemento**

En forrajes frescos y en determinadas épocas del año ocurren considerables pérdidas de nitrógeno en el rumen debido a que su contenido excede la disponibilidad de energía y limita la capacidad de síntesis microbiana, como es el caso de los verdeos en otoño. Las pérdidas de nitrógeno, pueden considerarse una ineficiencia en el uso del mismo que se pueden mejorar con el uso de suplementos energéticos (Elizalde, citado por Elizalde, 2003). En estas situaciones, la suplementación aumenta las ganancias de peso y corrige desbalances estacionales en las pasturas permanentes o verdeos de invierno (Risso et al. 1991, Ustarroz et al. 2004).

Debe tenerse en cuenta que no importa solamente la cantidad de energía suministrada, sino que también el tipo de carbohidratos y el método de suplementación son importantes en la utilización de los nutrientes y el comportamiento de los animales. El almidón de los granos tiene distinto nivel de degradabilidad a nivel ruminal. Granos como el trigo y la cebada de elevada degradabilidad pueden ser más efectivos para balancear pasturas de otoño con elevados niveles de proteína, mientras que el maíz con menor degradabilidad ruminal, puede ser más apropiado al suplementar durante la primavera, ya que suministraría una mayor proporción de la energía directamente digerible a nivel intestinal (Vaz Martins y Banchemo, 2005).

El cuadro 3 resume experimentos de diversos autores en los que se comparan categorías de animales, pasturas y asignaciones de forraje, niveles y tipo de suplementación, ganancias medias diarias y eficiencias de conversión del concentrado.

**Cuadro 3:** Comportamiento animal a distintos niveles de suplementación y asignaciones de forraje.

Estación	Cat.	Pastura	AF (%PV)	Suplemento	Nivel Supl (%PV)	GMD (kg/día)	Ef.Conv	Autor	
Otoño-Invierno	Nov 300 kg	Verdeo-pradera	2.5	Maíz entero	1	1,069	4,7	Carriquiry et al. (2002)	
				Maíz molido		1,122	4,5		
			5	Maíz entero		1,057	6		
				Maíz molido		1,217	4,9		
Otoño-Invierno	Nov 300 kg	Verdeo	2.5	Maíz entero	1	1,305	7.7	Damonte et al. (2004)	
				Maíz molido		1,152	7		
			5	Maíz entero		1,315	8.5		
				Maíz molido		1,367	5.7		
Invierno	Nov	Verdeo	-	Maíz	0,75	0,975	-	Ustarroz et al. (2004)	
						1,376			
						1,456			
					1,5	1,095			
						1,376			
						1,413			
Otoño invierno	nov 300 kg	verdeo	-	Sorgo grano	1	0,985	5	Simeone et al. (2004)	
						0,338			
					5	1,259	7		
						0,776			
Verano	nov 280 kg	pradera	-	Sorgo grano	1	0,761	6	Simeone et al. (2004)	
						0,299			
					6	1	0,804		9
							0,483		
					9	1	0,733		45
							0,667		
Otoño Invierno	203	pradera	-	grano maíz	0.5	0.741	-	Kloster et al. (2004)	
				grano maíz	1	0.813			
				silaje maíz	0.7	0.689			
				silaje maíz	1.4	0.751			
Primavera	Nov 195 kg	Pradera	4	-	0	0,456	-	Vaz Martins et.al. (2005)	
Primavera	Nov 219 kg	Pradera	4	maiz	1	0,762	9,86		
Primavera	Nov 197kg	Pradera	4	trigo	1	0,718	9,1		
Otoño	nov 277 kg	Pradera	4	-	0	0,577	-		
Otoño	Nov 297kg	Pradera	4	maiz	1	0,888	8,46		
Otoño	Nov 292 kg	Pradera	4	trigo	1	0,746	1,6		

Risso et al. (1991), Fernández y Mieres (2005) coinciden en que la eficiencia del suplemento resulta muy buena en la presión de pastoreo más severa, asociándose a una menor utilización del forraje. En la presión más aliviada, el suministro de suplemento resulta totalmente ineficiente y se da un importante efecto de sustitución de la pastura por el suplemento.

La suplementación energética aumenta el consumo total de nutrientes a bajas asignaciones de forraje (Vaz Martins, 1996). En estas condiciones los coeficientes de sustitución suelen ser bajos y habitualmente se logra una buena respuesta productiva individual y por unidad de superficie. En condiciones de asignación forrajera no limitante la suplementación de verdeos invernales con silaje de maíz ha mostrado escaso o nulo efecto sobre las ganancias individuales (Pordomingo y Jouli, Paván et al., Pieroni et al., citados por Kloster et al., 2004).

### **2.3.3. Sistemas combinados: pastoril-corral**

La integración del sistema pastoril con el feedlot tiene la ventaja de aprovechar las bondades de ambos, como son: la posibilidad de utilizar la alimentación más económica, que es el pasto, intervenir estratégicamente con suplementos de granos, silajes y subproductos industriales para adecuar las ganancias de peso y la carga en el sistema pastoril y aumentar la plasticidad de producción permitiendo la obtención de productos que sean comercializados para nichos específicos (Santini, 2003).

La eficiencia de conversión y la ganancia diaria son variables de respuesta que se ven afectadas por los factores que se revisaran a continuación.

### 2.3.3.1. Edad del animal

Schoonmaker et al. (2002), evaluando el efecto de la edad al momento de ingreso al corral sobre la performance animal, encerraron terneros a los 111, 202 y 371 días de edad. La faena se realizó a grado de terminación constante (1.27 cm de espesor de grasa subcutánea). Los resultados se presentan en el cuadro 4.

**Cuadro 4:** Efecto de la edad al momento de ingreso al corral sobre la performance animal.

	Edad de ingreso al corral (días)		
	111	202	371
<b>Edad a la faena (días)</b>	333	391	534
<b>GMD corral (kg/día)</b>	1.62	1.68	1.88
<b>Días corral (días)</b>	221	202	163
<b>CMS (kg MS/día)</b>	7.1	8.1	10.5
<b>CMS total (kg)</b>	1574.5	1552.9	1705.5
<b>Ef. Conversión</b>	227	207	180
<b>(g ganancia/kg alimento)</b>			
<b>Peso faena (kg)</b>	517.3	582.2	682.3

Fuente: Schoonmaker et al. (2002)

Coincidiendo con los resultados encontrados por Schoonmaker et al. (2002), Elizalde (2003) sostiene que los animales que se terminan a mayor edad (mayor peso) consumen más kilos de alimento por día, necesitan más kilos de alimento por kilo ganado (son menos eficientes), tienen mejores ganancias (dependiendo del crecimiento compensatorio que puedan lograr) que los animales jóvenes. Sin embargo consumen menor cantidad total de alimento y necesitan menor cantidad de días de engorde a corral, que los animales que ingresan más jóvenes cuando terminados a pesos similares.

#### **2.3.3.2. Peso de ingreso al corral y estado nutricional previo**

Cuanto menor es el plano nutricional previo, mayor es la ganancia de peso en el engorde a corral debido a los efectos de crecimiento compensatorio. Esto es producto de un mayor consumo de materia seca, lo cual no implica que la eficiencia de conversión debe necesariamente ser superior que la de los animales ingresados al corral sin que hallan sido restringidos previamente (Elizalde et al., 2003).

Elizalde et al. (2003) en una recopilación de resultados obtenidos en encierres de vacunos en corrales, en el que participaron 35.320 animales (de los cuales el 39 % fueron hembras) distribuidos en 125 corrales ubicados en diferentes establecimientos ganaderos en Argentina, durante tres años de evaluación, obtuvieron los resultados que se presentan en el cuadro 5.

**Cuadro 5:** Valores descriptivos de las variables analizadas promedios para raciones y categorías de animales (ternero/a, vaquillona y novillo) en 125 corrales de encierre.

	Promedio	Mínimo	Máximo	CV (%)
<b>P inicial (kg/an)</b>	284	77	465	33.2
<b>P final (kg/an)</b>	368	200	5.29	22.8
<b>CMS (kgMS/an/d)</b>	8.62	3.9	18	27.7
<b>CMS (%PV)</b>	2.60	0.97	3.96	18.2
<b>GMD (kg/an/d)</b>	1.27	0.8	1.87	18.2
<b>Ef. Conv (kg MS/kg ganancia)</b>	6.54	4.31	9.7	18.9

Fuente: Elizalde et al. (2003)

El peso de ingreso al corral fue la única variable que afectó el consumo de materia seca expresada en kilogramos, cuando el mismo fue expresado como porcentaje de peso vivo, estuvo afectado inversamente por el peso inicial. De una ecuación de regresión entre las variables peso de ingreso a corral y eficiencia de conversión los autores encontraron que por cada 100 kg de aumento del peso, la eficiencia de conversión empeoró 0.06 unidades logarítmicas en novillos (1.06 kg de MS cada 100 kg).

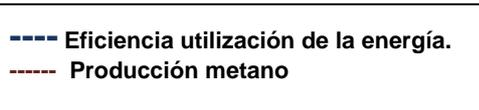
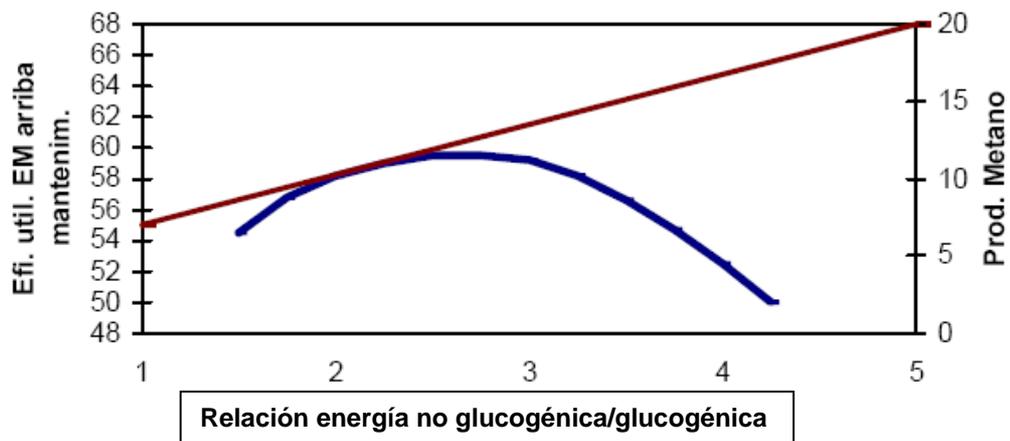
A medida que aumenta el peso de ingreso al corral, los sistemas integrados se vuelven cada vez más dependientes del grano, tornando más incierto el resultado económico, aún cuando la producción de carne sea elevada (Parra et al., 2002). Esto se debe a que a medida que los animales ingresan mas pesados consumen más kilogramos de alimento por día, a la vez que requieren dietas más concentradas para obtener una elevada

ganancia de peso, ya que la misma se realiza a expensas de una mayor acumulación de grasa, proceso menos eficiente.

### **2.3.3.3. Concentración energética de la dieta**

La suplementación con granos trae aparejado cambios en el ambiente ruminal, que a su vez afectan las vías fermentativas en el rumen, con efectos muy importantes como la eficiencia de utilización de la energía. El suministro de granos provoca una disminución del pH ruminal, lo que causa una disminución de las bacterias celulolíticas, se incrementan las bacterias amilolíticas y la proporción de ácido propiónico en la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), disminuyendo la del ácido acético. La magnitud de las pérdidas que ocurren mediante el proceso digestivo y metabólico determinan la eficiencia de conversión de la energía contenida en los alimentos (Ustarroz et al., 2004).

Como la vía de fermentación del ácido propiónico es más eficiente, fundamentalmente por producirse menores pérdidas como metano respecto a la del ácido acético, hay un mayor saldo de energía para el animal (Ustarroz et al., 2004). En la Figura 4 se puede observar la eficiencia de utilización de la energía metabólica respecto a la relación de la energía no glucogénica, la que se obtiene al dividir los AGV acético y butírico por el propiónico.

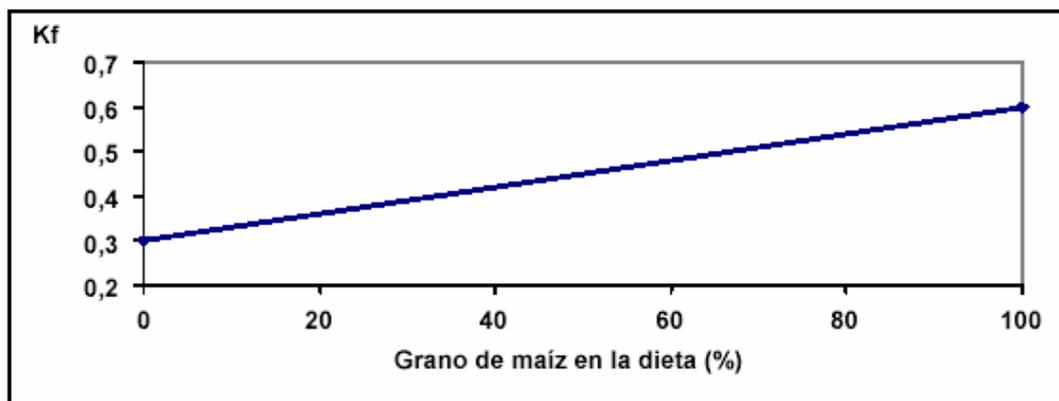


Fuente: Ustarroz et al. (2004)

**Figura 3:** Eficiencia de utilización de la energía metabolizable para mantenimiento en función de la energía no glucogénica/glucogénica.

Como se observa en la figura 3, la máxima eficiencia en la utilización de la energía para crecimiento y engorde se obtiene con valores de relación de energía no glucogénica/glucogénica entre 2 y 3, con baja producción de metano, propio de la alimentación con granos. En general, los animales alimentados con dietas ricas en fibra, presentan valores cercanos a 4 en la relación no glucogénica/glucogénica.

La eficiencia de utilización de la Energía Metabólica (EM) al ser convertida en Energía Neta (EN), retenida como ganancia de peso (Kf), es relativamente baja y muy dependiente de la calidad de la dieta, lo que se ve reflejado en su variación en relación al % de grano en la dieta (Gagliostro, citado por Ustarroz et al., 2004, ver figura 4)



Fuente: Gagliostro, citado por Ustarroz et al. (2004)

**Figura 4:** Efecto de la suplementación con grano de maíz sobre la eficiencia parcial de utilización de la energía metabolizable para la ganancia de peso (kf) en bovinos.

En el cuadro 6 se observa el efecto de la concentración energética de la dieta en la ganancia media diaria y eficiencia de conversión en animales en terminación.

**Cuadro 6:** Efecto de la concentración energética de la dieta en la performance de novillos.

Cat.	P.I. (kg)	P.F. (kg)	Dieta	CE	C	GMD (kg/día)	EC	Autor
Ter	200	335	En base a maíz	2.5	7	1.69	0.257	Meissner et al. (1995)
		344	molido	2.98	7	1.80	0.270	
Nov	329	472	En base a maíz	2.71	9.99	1.37	0.137	Van Koevering et al. (1995)
	330	518	quebrado	2.83	10.03	1.44	0.143	
Nov	368	586	Maíz partido, Silaje maíz, supl. Prot.	3.1	10.32	1.63	0.158	Hermesmeyer et al. (2000)
					(ad libitum)			
	368	562		3.0	9.34	1.45	0.156	
					(restringido)			

**PI:** peso inicial (kg); **PF:** peso final (kg); **CE:** concentración Energética (Mcal EM/kg MS); **C:** consumo (kg MS/día) **EC:** eficiencia de conversión( kg ganancia /kg alimento)

A medida que aumentó la concentración energética de la dieta, aumentaron las ganancias de peso y la eficiencia de conversión (Meissner et al., 1995). Elizalde et al. (2003) encontró que con dietas de más de 60% de grano la eficiencia fue de 6,0 kg alimento/kg ganancia, mientras con dietas de menos de 60% de grano fue de 7,32 kg/kg.

#### 2.3.3.4. Tipo y procesamiento de grano

Al considerar la utilización de los distintos granos forrajeros un aspecto de importancia son sus diferencias en cuanto al sitio de digestión del almidón dentro del tracto gastrointestinal. Trigo, avena y cebada, preferentemente a

nivel ruminal; sorgo y maíz, preferentemente a nivel intestinal. La digestión de carbohidratos a nivel intestinal ha demostrado tener entre un 11 y un 30% mayor eficiencia que digeridos en el rumen. Esta mayor eficiencia proviene de un ahorro en las pérdidas que se producen en el rumen por calor provocado en la fermentación (Ustarroz et al., 2004) y a las diferencias en los productos finales de la digestión (ácidos grasos volátiles en el rumen vs glucosa en el intestino delgado).

Los sustratos para la lipogénesis son el ácido acético y la glucosa. Dietas con altos niveles de fibra promueven al acético como principal fuente de carbono y poder reductor para la síntesis de lípidos, pero es necesaria la contribución de la glucosa para agregar poder reductor y como fuente de glicerol (Vernon, citado por Pethick et al., 2004). Cuando se suministran altos niveles de grano procesado, aumenta la disponibilidad de gránulos de almidón, para los microorganismos del rumen y amilasas maximizando la glucosa disponible para la deposición de grasa (Rowe et al., citados por Pethick et al., 2004).

El grano de sorgo es el que más responde al procesado, porque su estructura es la más resistente a la degradación. En general cuanto mayor es el grado de procesamiento mayor debe ser el contenido de fibra de la ración, ya sea agregando más forraje o aumentando el contenido de fibra del forraje ofrecido, para evitar problemas de acidosis (Vance et al., citados por Loerch et al., 1998).

Owens et al. (1997) en una revisión sobre el efecto de la fuente y procesamiento de grano en la performance de animales a corral, incluyeron un total de 22.834 ensayos, los cuales cumplían con las siguientes características: menos de 15% como % de MS de fibra en la dieta (o 30% cuando la fuente de fibra era silo de maíz), que el grano de interés representase más del 55% de la MS de la dieta, que los animales tuviesen acceso ad libitum al alimento, que un solo grano y tipo de procesamiento fuera utilizado y que los animales fuesen alimentados por más de 99 días. Los resultados se presentan en los cuadros 7 y 8.

**Cuadro 7:** Ganancia media diaria y consumo de materia seca de animales alimentados con dietas en base a granos con diferentes métodos de procesamiento

M. proc	CEBADA		MAÍZ		SORGO		AVENA		TRIGO	
	GMD		GMD	C	GMD	C	GMD	C	GMD	C
R S	1.45	8.96	1.45	9.45	1.43	10.47	1.53	9.20	1.38	8.97
M			1.37	8.72	1.29	9.15				
F	1.33	8.25	1.43	8.35	1.40	8.68	1.48	9.12	1.38	8.10
E	1.38	9.30	1.45	8.56						
R					1.31	8.79				

Fuente: adaptado de Owens et al. (1997)

RS=rolado seco; M= molido; F= flakes; E=entero; R=reconstituido; C: consumo (kg MS/día); GMD: ganancia media diaria (kg/día).

**Cuadro 8:** Eficiencia de conversión de animales alimentados con dietas en base a granos con diferentes métodos de procesamiento y su contenido de energía metabolizable.

M. proc	CEBADA		MAÍZ		SORGO		AVENA		TRIGO	
	EC* (kg/kg)	EM								
R S	6.25	3.40	6.57	3.26	7.43	2.94	6.01	3.36	6.59	3.32
M			6.43	3.41	7.12	2.98				
F	6.19	3.52	5.87	3.73	6.33	3.56	6.18	3.31	5.92	3.64
E	6.66	2.85	5.95	3.56						
R					6.75	3.10				

Fuente: adaptado de Owens et al. (1997)

RS=rolado seco; M= molido; F= flakes; E=entero; R=reconstituido.

\* Eficiencia conversión: kg alimento/kg ganancia.

EM= energía metabolizable expresada en MCal/kgMS.

Comparando con el rolado seco, el maíz y el sorgo molido resultaron en un menor consumo y ganancia diaria, mientras que los flakes de maíz, sorgo y trigo disminuyeron el consumo sin disminuir la ganancia, mejorando la eficiencia de conversión en un 10, 15 y 10% respectivamente. La energía metabólica del maíz entero fue un 9% más elevada que el rolado seco.

Coincidiendo con lo encontrado por Owens et al. (1997), Vernet (2005) encontró un aumento de 19% en la eficiencia energética del almidón al comparar flakes de maíz (consiste en humedecimiento, tratado con vapor y rolado de los granos con el objetivo de gelatinizar y disminuir el tamaño de los glóbulos de almidón), con maíz partido (el que consiste en quebrar el grano y dejar una superficie expuesta al ataque microbiano). El 75% de este aumento es atribuido al aumento de la digestibilidad de la materia orgánica.

#### **2.3.3.5. Contenido proteico de la dieta**

Los contenidos proteicos requeridos en la ración pueden variar del 11 al 15%, dependiendo de la categoría del animal y una parte de los mismos puede ser cubierta con nitrógeno no proteico (Elizalde et al., 2003). Por su parte Hussein et al. (1995) no encontraron diferencias en la performance de novillos al suplementar con diferentes fuentes de proteína (100% harina de soja vs. 50% harina de soja + 50% urea). El hecho de remplazar una parte de harina de soja por urea sin tener efectos negativos en la performance animal implica una ventaja desde el punto de vista económico.

Estudios realizados por Oddy, citado por Petick et al. (2004) mostraron que la energía requerida para incrementar el marbling es menor en dietas bajas en proteína, lo que sugeriría que un desbalance en el suministro de aminoácidos relativo a la energía ofrecida podrían estar asociados con cambios en el contenido de grasa en la carcasa.

#### **2.3.3.6. Contenido de fibra**

En general, la calidad del forraje es importante para dietas con alta participación del mismo (mayores al 70% de la dieta total), cuando la principal fuente de energía proviene del grano, es importante ajustar la fibra para mantener la rumia e insalivación, más que por el aporte de nutrientes (Elizalde, 2003).

Loerch et al. (1998) evaluando el efecto del nivel y tiempo de inclusión de fibra sobre la performance de novillos en crecimiento y terminación, encontraron los resultados que se presentan en el cuadro 9.

**Cuadro 9** : Efecto del nivel y tiempo de inclusión de fibra sobre la performance de novillos en crecimiento y terminación

<b>NIVEL CONCENTRADO (%)</b>				
Crecimiento (84 días)	100%	100%	85%	85%
Terminación (102 días)	100%	85%	100%	85%
Peso inicial (kg)	294	295	295	295
Peso final (d 186) kg	416	418	421	424
<b>Fase crecimiento (d 0-84)</b>				
GMD(kg/d)	1.45	1.47	1.51	1.42
Consumo MS (kg/d)	6.5	6.6	6.9	6.9
Ef, conversión (kg/kg)	0.224	0.223	0.216	0.205
<b>Fase terminación (d 85-186)</b>				
GMD(kg/d)	1.29	1.32	1.22	1.21
Consumo MS (kg/d)	7.6	8.5	7.4	7.9
Ef, conversión (kg/kg)	0.17	0.155	0.164	0.152
<b>Promedio (d 0-186)</b>				
GMD(kg/d)	1.37	1.39	1.35	1.31
Consumo MS (kg/d)	7.1	7.6	7.2	7.5
Ef, conversión (kg/kg)	0.192	0.182	0.187	0.174

Fuente: adaptado de Loerch et al. (1998)

Durante los primeros 84 días, el nivel de concentrado en la dieta no afectó las ganancias diarias. Al día 102, el hecho de disminuir el nivel de concentrado aumentó el consumo de materia seca sin afectar las ganancias, por lo que la eficiencia de conversión disminuyó respecto a aquellos animales a los que se les mantuvo el nivel de concentrado en 100%.

### 2.3.3.7. Tiempo de permanencia en el corral

En el cuadro 10 se presenta un resumen de trabajos publicados evaluando el efecto del tiempo de permanencia en el corral sobre la performance animal.

**Cuadro 10:** Efecto de los días a pasto y a corral sobre la performance de novillos (resumen de trabajos).

Cat	PI	DP	DC	Tipo pasto	PF	GMDp	GMDc	Rel v/c	CE	EC	Autor
Nov	329		105		472		1.37		2.71	7.36	Van Koevering et al. (1995)
	330		119		499		1.44		2.83	6.98	
	330		133		518		1.44		2.76	7.23	
	329		147		529		1.37		2.81	7.5	
Ter	186	136		Gram/leg	274	0.54					Comerford et al. (2001)  <b>FASE RECRÍA</b>
	183	136		Gram/leg	296	0.68					
	183	0	136		392		1.32	15/85		5,8:1	
Nov Past	274		56 112 140 196		456 504 535		1,73 1,64 1,50 1,35			6,3:1 6,7:1 7,2:1 8:1	Comerford et al. (2001)  <b>FASE ENGORDE</b>
Nov Past +sup	296		56 112 140 196		478 526 543		1,65 1,60 1,47 1,31			6,2:1 6,6:1 6,9:1 7,8:1	
Nov Corral	392		56 112 140 196		536 549 587		1,14 1,17 1,12 1,04	15/85		6,3:1 6,6:1 8,6:1 6,7:1	
Nov	244	150 150 150	85 111 158	Trigo Trigo CN	542 511 528	1,10 0,68 0,15	1,72 1,60 1,71		3,08	5,7:1 5,9:1 5,6:1	Hermson et al. (2004)
Nov	238 238 238	365 60 0	94 158 188	Gram/leg	538 489 458	0.43 0.44	1.54 1.44 1.22	10/90	2.25 2.25 2.25	8.06 7.14 7.04	Sainz et al. (2004)

**Cat:** categoría animal; **PI:** peso inicial (kg); **DP:** días de pastoreo; **DC:** días en el corral; **PF:** peso final (kg); **GMDp:** ganancia media diaria en pastura (kg/animal/día); **GMDc:** ganancia media diaria en corral (kg/animal/día); **Rel v/c:** relación voluminoso/ concentrado. **CE:** concentración energética de la dieta (McalEM/kg MS); **EC:** Eficiencia de conversión (kg alimento/kg ganancia)

Hersom et al. (2004) señalaron que las diferencias en ganancia diaria durante el pastoreo de invierno y el contenido de grasa inicial no afectan la ganancia y la eficiencia de conversión durante la terminación, esto se puede explicar por un menor requerimiento de energía de mantenimiento al comparar animales bajo restricción nutricional durante la recría con aquellos que obtienen altas ganancias a pastoreo. El alimentar los novillos a corral hasta un determinado grado de terminación mitigó las diferencias iniciales de carcasa y el contenido de grasa en la misma.

Comerford et al. (2001) comparando el efecto del pastoreo y la suplementación en novillos encontraron que, animales pastoreando una mezcla de gramínea/leguminosa y suplementados con concentrado energético/proteico, tuvieron una mayor ganancia de peso que los no suplementados; los provenientes de feedlot ganaron más y depositaron más grasa al cabo de 4,5 meses.

En contraposición con lo concluído por Comerford et al. (2001) Hersom et al. (2004) obtuvieron menores ganancias de peso vivo y menor consumo de materia seca, pero no menor eficiencia en la fase de terminación a feedlot para los novillos previamente alimentados a pasto comparando con aquellos que permanecieron durante todo el período encerrados.

Según Van Koevering et al. (1995) las ganancias diarias aumentaron de manera cuadrática con un máximo a los 119 días a corral, pero el consumo de alimento aumentó linealmente a medida que el ganado fue alimentado por

más tiempo. La eficiencia de conversión fue superior en los novillos alimentados 119 días.

## **2.4. IMPACTO DEL SISTEMA DE TERMINACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FINAL: CANAL Y CALIDAD DE CARNE**

La forma de recría del animal y el grado de terminación afectan las características de calidad de la carcasa y el crecimiento animal (Block et al., 2001). Parámetros como peso de la res, marmoleado y grasa subcutánea están afectados por la concentración de energía de la dieta o por la cantidad de energía consumida; mientras que otros como el color de la grasa y del músculo, sabor y aroma, son influenciados por el tipo de dieta consumida, y en condiciones de pastoreo también por la especie forrajera utilizada, debido a la presencia de compuestos presentes en el forraje que cuando son consumidos son transferidos directamente a la res (Elizalde, 1999).

### **2.4.1. Calidad de canal**

Las variables que determinan la calidad de canal son peso de canal, rendimiento, porcentaje de músculo y conformación (Elizalde et al., 2003). El rendimiento varía en función de dos factores principales: el contenido de grasa de la carcasa y el peso de las vísceras, principalmente del tracto digestivo y su contenido (Van Koeving et al. 1995, Di Marco 1998)

En el cuadro 11 se presenta una recopilación de resultados de diferentes experimentos en los que se evalúa el efecto del sistema de alimentación, tipo de alimento, ganancias diarias, tiempo de permanencia en corral sobre la calidad de canal: peso en segunda balanza, rendimiento, área de ojo de bife (AOB) y espesor de grasa subcutánea (EGS).

**Cuadro 11:** Respuesta en calidad de canal a diferentes factores: sistema de alimentación, tipo de alimento, ganancias diarias, tiempo de permanencia en corral (resumen de trabajos).

Cat	DP	DP+S	DC	GMDp	GMDc	Rel v/c	P2ºB	R (%)	AOB	EGS (cm)	Autor
Nov			105		1.37		308	65.1	82.6	0.86	Van Koevering et al. (1995)
			119		1.44	10:90	325	65.3	83.9	0.99	
			133		1.44		335	64.8	85.9	1.09	
			147		1.37		347	65.6	84.8	1.17	
Ter				0.71				243	54.8	57.5	0.7
				0.84			253	55.4	63	0.6	
					1.19		265	57.8	77	0.99	
Ter	136		112	0.54	1,64	15/85		57.3	63.7	0.33	Comerford et al. (2001)
			140		1,50		58.4	62.6	0.51		
			196		1,35		58.9	65.5	0.60		
	136		112	0.68	1,60		56.7	65.1	0.46		
			140		1,47	58.9	69.9	0.55			
			196		1,31	59.6	69.7	0.51			
			247		1.27	15/85		59.3	69.7	0.68	
			276		1.25		59.8	67.2	0.80		
			332		1.15		60.5	70.6	0.75		
Nov	56 <sup>5</sup>	56MM <sup>1</sup> 56ME <sup>2</sup>		0.87					51.1	0.25	Bartaburu et al. (2003)
				1.25				53.3	0.37		
	56 <sup>6</sup>	56MM <sup>1</sup> 56ME <sup>2</sup>		1.35					53.9	0.33	
				1.67				53.6	0.60		
			1.32					52.2	0.4		
Ter	365 60 0		94	0.44	1.54	10/90	331	61.7	72.9	1.07	Sainz et al. (2004)
			158	0.45	1.44		315	64.3	74.8	1.07	
			188		1.22		294	64.2	71.0	1.06	

<sup>1</sup> maíz molido; <sup>2</sup> maíz entero; <sup>4</sup> ENm (Mcal /kg MS); <sup>5</sup> 2.5% AF; <sup>6</sup> 5% AF.

**DP:** días en pastoreo (días); **DP+S:** días en pastura + suplemento (días); **DC:** días en corral (días); **GMDp:** ganancia media diaria en pastura (kg/animal/día); **GMDc:** ganancia media diaria en corral (kg/animal/día); **Rel v/c:** relación voluminoso/ concentrado; **PF:** peso final (kg). **P2ºB:** peso en segunda balanza (kg); **R%:** rendimiento. **AOB:** área de ojo de bife (cm<sup>2</sup>); <sup>3</sup> **CE:** concentración energética de la dieta (Mcal/kgMS);

#### **2.4.1.1. Sistema de alimentación (tipo de alimento y tasas de ganancia)**

Sainz et al. (2004) encontraron que animales bajo régimen de pastoreo ganaron peso sin incrementar el espesor de grasa, no obstante ésta aumentó rápidamente cuando los animales ingresaron al feedlot (dieta altamente energética), concluyendo que, prolongados tiempos de pastoreo a bajas tasas de ganancia pueden disminuir la calidad, ya sea por limitar la habilidad del animal de depositar grasa intramuscular o por disminuir el tiempo durante el cual la energía de la dieta suministrada es adecuada para depositar grasa. No obstante, Elizalde (1999) indicó que en animales pastoreando pasturas de alta calidad sin limitaciones en el consumo, pueden obtenerse rendimientos similares a los lotes suplementados, a igual grado de engrasamiento.

Los resultados de Comerford et al. (2001) coinciden con los de Bartaburu et al. (2003) en mostrar que el engrasamiento de la carcasa se puede incrementar mediante la suplementación con grano, a través de tasas más elevadas de ganancias. Por su parte, Rosso et al. (1998) concluyeron que el peso de carcasa, rendimiento y área ojo de bife aumentan cuando los animales en pastoreo son suplementados con granos. De la misma forma Realini et al. (2004), en un experimento diseñado para evaluar el efecto de la alimentación en base a pasto y concentrados en la calidad de la carne uruguaya, obtuvieron un mayor peso de carcasa, conformación, grado de terminación, espesor de grasa subcutánea y área de ojo de bife en los animales alimentados en base a concentrados.

Sainz et al. (2004) asociaron el rápido incremento en espesor de grasa subcutánea al elevado nivel de energía consumida por los animales durante la fase de feedlot y a las elevadas ganancias respecto a las registradas a pasto. Esto indica que el consumo de energía por encima de los requerimientos de mantenimiento es el factor más importante en la deposición de grasa subcutánea, especialmente considerando que los animales encerrados en este experimento difirieron en edad, peso y plano de alimentación previo

Estudios realizados por Rosso et al. (1998) atribuyeron las mayores ganancias de peso obtenidas por los novillos alimentados a corral a un mayor consumo energético asociado a la dieta con concentrados. Al ser evaluados en períodos similares de tiempo, los animales alimentados con granos fueron más pesados y con carcasas más engrasadas que los alimentados en base a pasto. Por lo tanto, cambios en gordura debido a diferencias en el consumo de energía pueden confundir los efectos de la dieta sobre la calidad de canal.

#### **2.4.1.2. Tiempo de permanencia en el corral**

Sainz et al. (2004) comparando los efectos de diferentes períodos de pastoreo y corral en las características de la carcasa en novillos, concluyeron que aumentando el período de pastoreo previo al ingreso al feedlot disminuye el tiempo de permanencia (grado de terminación constante), sin encontrar diferencias entre grupos en cuanto a características de canal (AOB, rendimiento, espesor de grasa subcutánea) cuando son faenados a edades similares (ver cuadro 11). En contraste, Comerford et al. (2001) cuando al faenar novillos terminados a edades similares reportaron mayor espesor de grasa, rendimiento y peso final, para los aquellos que permanecieron 4,5 meses a corral al compararlos con aquellos consumiendo pasturas suplementados y

sin suplementar durante parte del periodo previo a la fase de terminación a corral.

Según Van Koevering et al. (1995) los pesos de carcasa, el espesor de grasa y el rendimiento, aumentaron linealmente con los días de corral. La grasa intramuscular (marbling) aumentó con el tiempo a corral pero a una tasa decreciente, no encontrando diferencias en cuanto al AOB con los días a corral, esto último no coincide con lo encontrado por otros autores (May et al., Williams et al., citados por Van Koevering et al., 1995). Las características de carcasa indican que un tiempo de permanencia en el corral de 119-133 días es ideal en razas británicas o cruza continentales.

Por su parte, Owens et al. (1995), concluyeron que los días a corral es un factor importante en la cantidad y distribución del contenido de grasa en la carcasa.

En base a la literatura revisada, se concluye que la información acerca del efecto de los días a corral sobre canales evaluadas a igual peso de faena es escasa. A su vez, si bien la mayoría de los autores encontraron una calidad de canal superior en aquellos animales alimentados en base a feedlot respecto a los alimentados en base a pasto, no queda claro si estas diferencias se deben a la calidad de la dieta o a las mayores tasas de ganancia obtenidas a corral.

### **2.4.2. Calidad de carne**

La calidad de la carne está particularmente determinada por su composición química, y por sus características organolépticas tales como la ternura, el color, olor, sabor y jugosidad (Santini et al., 2003)

Los factores que afectan la calidad de la carne pueden ser divididos en factores intrínsecos al animal (raza, edad, sexo, etc) y factores externos, tal como el sistema de producción, en el cual la alimentación juega un rol fundamental. Sin embargo, es difícil establecer si las características de la carne se deben a las propiedades intrínsecas de la dieta o al efecto de la misma sobre la tasa de crecimiento y la composición corporal de los animales (Muir, 1998).

#### **2.4.2.1. Color**

A pesar de que el color es poco importante desde el punto de vista de la carne como alimento, si es importante en determinar la elección del consumidor (Moore y Young, 1990). Este atributo depende del contenido y estado de la mioglobina (principal pigmento de la carne). El contacto del oxígeno con la mioglobina forma oximioglobina otorgándole a la carne el color rojo brillante, en cambio en ausencia de oxígeno exhibe un color rojo oscuro o púrpura (deoximioglobina) (Santini et al., 2003).

El color puede ser afectado por factores tales como: el sistema de terminación, el contenido de grasa en la carcasa, el pH final, el peso de la carcasa y el contenido de grasa intramuscular (Priolo et al., 2001), por lo que estos factores se revisan a continuación.

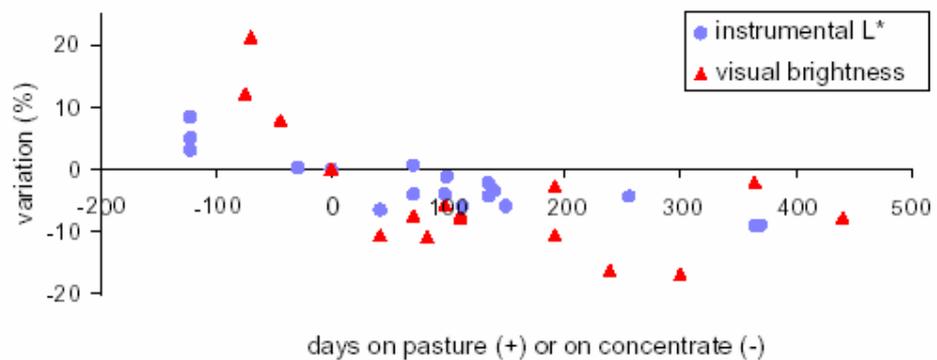
## **pH**

Hay una alta correlación entre el pH final y el color de la carne, a menor pH la mioglobina presenta una mejor asociación con el oxígeno generando carne mas brillantes (Klont et al., 2000). Cuando el ph final de la carne aumenta de 5.4 hasta 7, el color de la carne se torna más oscuro (Shorthose y Harris, citados por Muir, 1998). Animales alimentados en base a pastura presentan generalmente un mayor pH final y una mayor variabilidad que el de aquellos animales alimentados en base a granos, pero dentro de los valores normales (5.5-5.8) (Vestergaard et al., 2000)

## **Efecto del sistema de terminación**

Dietas con elevados niveles de energía como las ofrecidas en condiciones de engorde a corral permiten incrementar las reservas de glucógeno en el músculo y de esta manera lograr adecuados descensos de pH. De igual forma, la suplementación con granos durante la etapa de terminación incrementa las reservas de glucógeno (Depetris y Santini, 2000). Por lo antes mencionado, el metabolismo de los ácidos grasos tiene influencia en la determinación del color (Daly y Young, 1999).

En la figura 5 se observa un color más oscuro en la carne proveniente de animales terminados en base a pasto al compararlos con animales terminados en base a concentrados (Priolo et al. 2001, Realini et al. 2004).



Fuente: Priolo et al. (2001)

**Figura 5:** % variación instrumental L\* y brillo visual en el *Longissimus dorsi* de animales luego de pastorear una dieta en base a pastura o concentrado.

Animales terminados en pasturas por 150 días presentan un valor de L\* 5% menor de aquellos terminados en base a concentrados (Priolo et al., 2001). Estas diferencias se asociaron en parte al mayor contenido y color más claro de grasa intramuscular que acontece cuando se suministra granos (Depetris y Santini, 2005).

Strachan et al. (1993) estudiando el efecto de una dieta en base a grano en el color de la grasa de novillos previamente alimentados a pasto encontraron que después de 35 días alimentados con grano el color de la grasa descendió significativamente de 3.9 a 2.4, cuando se midió utilizando una escala de 0 (blanco) a 9 (amarillo cremoso). Hubo una tendencia que a mayor duración del periodo de terminación con grano mas descendía el color de la grasa, el cual estuvo correlacionado negativamente con la concentración de beta-caroteno. McCaughey y Cliplef (1996) encontraron similares resultados.

Vestergaard et al. (2000), Raes et al. (2003) encontraron una carne más oscura en animales provenientes de dietas en base a pasto que aquellos provenientes de feedlot con dietas de alta concentración energética. Posiblemente debido a que, por una mayor actividad física de los animales a pasto, el músculo presenta mayor contenido de mioglobina.

### **Contenido de grasa en la carcasa**

Carcasas con mayor espesor de grasa subcutánea permiten una tasa de enfriamiento más lento, por lo que el rigor mortis se establece a mayor temperatura, esto puede marcar diferencias en el color de la carne (Young et al. 1999, Farouk et al. 2000). De todas maneras, diferentes experimentos muestran que carcasas provenientes de animales alimentados con dietas en base a pasturas, aun cuando presentan mayor contenido de grasa subcutánea, son más oscuras que aquellas provenientes de animales alimentados en base a granos, por lo que se puede inferir que este factor no es determinante del color de la carne (Priolo et al., 2001).

## **Edad a la faena y peso de carcasa**

Nuernberg et al. (2005) encontraron que novillos alimentados en base a pastura presentaron un color más oscuro ( $L^*=29.25$  a pasto vs  $L^*=33.1$  corral) y mayor contenido de mioglobina que animales alimentados en feedlot. No presentaron diferencias en cuanto a pH (pasto=5.91 vs corral=5.76), por lo tanto fue difícil determinar si hubo un efecto de la dieta en el contenido de mioglobina o un efecto de la edad, debido a que los animales alimentados en feedlot eran más jóvenes (594 días de edad vs 732 días) al momento de la faena. Aún en experimentos con la misma edad a la faena, animales alimentados en base a pastura presentaron carnes más oscuras. El peso podría estar influyendo en el color, pero aun a pesos de carcasa comparable, la carne de feedlot era más clara (Craig et al., Forrest et al., Davis et al., citados por Muir et al., 1998)

Con la edad, sobre todo en animales que consumen pasturas, depositan pigmentos carotenoides en la grasa, y ésta va cambiando del color blanco al amarillo. Estas diferencias se acentúan aún más cuando se analizan animales que consumieron granos ya que estos últimos presentan niveles de carotenos (< 5 ppm) muy inferiores a los de las pasturas (>500 ppm) (Depetris y Santini, 2005).

#### **2.4.2.2 Terneza**

Es la característica que determina la aceptación del producto por parte del consumidor, ésta se refiere a la facilidad de corte durante la masticación (Depetris y Santini, 2005). Los principales componentes inherentes al animal que determinan la terneza de la carne son las miofibrillas del músculo y el tejido conectivo (colágeno). El componente miofibrilar es influenciado por la actividad de las enzimas proteolíticas (en particular la de las calpaínas) durante el periodo de maduración post-mortem de la carcasa (Muir, 1998).

Entre los factores extrínsecos que inciden sobre la terneza se encuentran: el sistema de alimentación, el contenido de grasa en la carcasa, pH, edad a la faena y peso de carcasa, por lo que se pasaran a revisar a continuación:

**Cuadro 12:** Efecto de diferentes factores que inciden sobre la terneza de la carne (resumen de trabajos)

	Días engorde	Peso inicial (kg)	Peso canal(kg)	Terneza (W/B)	Ph (24hrs)	Autor
<b>Corral</b>	105	329	308	4.45		Van Koevering et al. (1995)
	119		325	4.42		
	133		335	4.11		
	147		347	4.16		
<b>AS<sub>1</sub></b>		258	228	4.14		Mandell et al. (1998)
<b>AS<sub>2</sub></b>			306	4.17		
<b>AS<sub>3</sub></b>			312	4.43		
<b>HMC<sub>1</sub></b>			273	4.13		
<b>HMC<sub>2</sub></b>			327	4.41		
<b>HMC<sub>3</sub></b>			290	4.07		
<b>Pastura</b>		16 meses de edad	196	8.23	5.78	May et al. (1992)
<b>Corral</b>	56		264	5.1	5.75	
	84		296	4.4	5.69	
	112		327	3.8	5.61	
	140		353	4.3	5.52	
	168		365	4.3	5.53	
<b>Past/sup + corral</b>	82 + 222 (2)	144	300	4.63		Myers et al. (1999)
<b>Corral</b>	268 (3)	149	298	4.48		

**AS<sub>1</sub>**: dieta en base a forraje, faenados cuando HMC<sub>1</sub> alcanza los 4 mm de grasa subcutánea. **AS<sub>2</sub>**: dieta en base a forraje, faenados al alcanzar los 4 mm de grasa subcutánea. **AS<sub>3</sub>**: dieta en base a forraje, faenados al alcanzar los 8 mm de grasa subcutánea. **HMC<sub>1</sub>**: dieta en base a concentrados, faenados al alcanzar los 4 mm de grasa subcutánea. **HMC<sub>2</sub>**: dieta en base a concentrados, faenados cuando AS<sub>2</sub> alcanza los 4 mm de grasa subcutánea. **HMC<sub>3</sub>**: dieta en base a concentrados alimentados al 75% del consumo ad libitum, faenados al alcanzar los 4 mm de grasa subcutánea. **(2)** terneros destetados precozmente alimentados en base a pasturas + 0.91 kg/animal/día de maíz quebrado, luego terminados en corral. **(3)** terneros destetados precozmente alimentados ad libitum en corral, con una dieta en base a grano.

## **pH**

La terneza se relaciona con el pH en forma cuadrática, siendo mayor cuando el pH de la carne es menor a 5,8 y disminuyendo en el rango entre 5,8 y 6,3. Incrementos en los niveles de glucógeno previo a la faena permitirá descender el pH a valores inferiores a 5,8 haciendo mas tierna la carne, como lo logrado con dietas con altos niveles de energía (Depetris y Santini, 2005).

## **Efecto del sistema de terminación**

Las condiciones nutricionales, en particular la velocidad de engorde y la composición de la dieta, pueden cambiar el tipo de fibra, el nivel y solubilidad de colágeno, las reservas de energía del músculo y la actividad proteolítica, las cuales van a determinar la terneza (Geay et al., 2001).

Animales con altas GMD previo a la faena han demostrado producir carne más tierna, esto atribuido a un aumento en el “turnover” proteico, lo que resulta en mayores concentraciones de enzimas proteolíticas (particularmente calpaínas) en los tejidos de la carcasa al momento de la faena. Por su parte, Shackelford et al. (1994) concluyeron que la actividad de la calpastatina (inhibidor de la calpaína) está asociada negativamente con las GMD.

Mandell et al. (1998) demostraron que la terminación con granos no modifica la textura de la grasa ni la terneza, jugosidad y aceptabilidad general

de la carne, esto puede ser debido a las altas ganancias obtenidas con las dietas en base a forraje (1,300 kg/día); mientras que Larick et al., citados por Nuernberg et al. (2005), reportaron que los animales alimentados a grano producen carne más tierna (medida a los 12 días). En contraposición a lo antes mencionado, si bien los valores iniciales de terneza (medidos a través del método Warner- Bratzler) fueron similares comparando dietas en base a pasto y en base a concentrados, medida a los 7 y a los 14 días postmortem la carne de animales alimentados a pasto presentó menores valores de terneza (más tierna) (Realini et al., 2004).

May et al. (1992) demostraron que la fuerza de corte no mejora más allá de los 56 días de corral, y presenta una leve disminución de la terneza después de los 112 días, mientras que, Van Koevering et al. (1995) reportaron que la terneza tiende a aumentar con el tiempo a corral.

### **Contenido de grasa en la carcasa**

Aunque el grado de engrasamiento intramuscular o marmoreado explica solo el 10 al 15 % de la variabilidad en la terneza, Huerta, citado por Depetris y Santini (2005) indicó que el esfuerzo de corte disminuye a medida que la infiltración de grasa intramuscular aumenta. Por su parte, Geay et al. (2001) afirmaron que la grasa intramuscular juega un rol favorable en la terneza cuando supera el 6%.

May et al. (1992) no encontraron mejoras en la terneza de la carne luego que los novillos alcanzaron 7,6 mm de grasa subcutánea (entre 56 y 84 días de feedlot).

### **Edad a la faena y peso de carcasa**

Nuernberg et al. (2005) han demostrado que animales en sistemas basados en pasto presentaron mayor edad (732 vs 594 días de edad respectivamente) y menor terneza que los alimentados en base a grano (14.34 vs 11.06 fuerza W/B) cuando faenados a peso constante. Estas diferencias en la terneza pueden estar reflejando un mayor contenido de colágeno.

#### **2.4.2.3 Marmoreo**

Es la grasa intramuscular depositada entre las fibras musculares, está asociado con una mejora en la terneza, jugosidad y flavor (Muir et al., 1998).

Factores como: el peso de ingreso a la fase de terminación en relación al peso maduro, la propensión genética al marmoreo, el tamaño maduro y el crecimiento durante la recría, influyen en el contenido de grasa de los animales al ingreso de la fase de terminación. Un mayor contenido de grasa intramuscular de los animales al momento del ingreso al feedlot determina un aumento del contenido de grasa a la faena (Pethick et al., 2004).

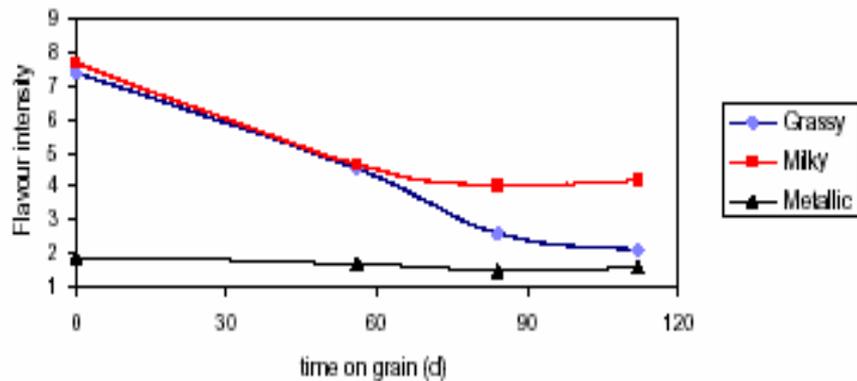
Sus efectos sobre la ternura podrían ser indirectos, como un resultado de su relación positiva con el contenido total de grasa en la carcasa y sus efectos sobre la tasa de enfriamiento (Shorthose y Harris, citado por Muir et al., 1998). Por su parte, May et al. (1992) calcularon correlaciones positivas entre el peso y espesor de grasa subcutánea de la carcasa, respecto al marmoreo ( $r=0.80$  y  $0.79$ , respectivamente) y un aumento del marbling cuando se suministraron dietas más energéticas.

#### **2.4.2.4. Jugosidad y flavor (sabor y aroma)**

La jugosidad de la carne afecta la palatabilidad ya que contiene muchos de los componentes del sabor y ayuda al ablandamiento durante la masticación. La jugosidad presenta dos componentes, el primero corresponde a la sensación de liberación del agua durante los primeros bocados y el segundo más sostenido es influenciado por la acción de los lípidos sobre la liberación de la saliva (Depetris y Santini, 2005).

El sistema de alimentación afecta el aroma y sabor de la carne (Depetris y Santini, 2005). Mandell et al. (1998) a través de un panel de degustación encontraron que la carne de animales provenientes de dietas en base a pasturas tuvieron un flavor más intenso y fuerte que la de los provenientes de dietas en base a granos. Estas diferencias se atribuyen a la composición de ácidos grasos de la carne, teniendo los alimentados en base a concentrados una mayor proporción de ácido oleico (18:1) y menor de linolénico (18:3).

En la figura 6 se presenta el flavor de la carne de animales alimentados en base a pasto y corral.



Fuente: Priolo et al. (2001)

**Figura 6:** Intensidad media de algunos sabores de la carne de animales alimentados en base a pasto (0) o después de cambiar por (d) días de alimentación en base a grano.

#### 2.4.2.5. Perfil de ácidos grasos

El ácido linolénico de las pasturas sería la principal fuente de los ácidos insaturados conjugados de la carne (CLA). La importancia de estos ácidos reside en la correlación positiva que existe entre éstos y las posibilidades de reducir los riesgos de las enfermedades cardíacas y su acción anti carcinogénica (Rearte, 2002). Si bien los CLA pueden provenir de distintas fuentes naturales o sintéticas, el único isómero que ha sido comprobado que

realmente tiene efectos anticancerígenos, aún en concentraciones muy bajas, es el isómero cis-9, trans-11 que se encuentra en los productos de rumiantes (Depetris y Santini, 2005).

El sistema de alimentación en base a pasto tiene efectos positivos en el perfil de ácidos grasos, conteniendo mayores porcentajes de ácidos grasos omega3 y ácido linoleico conjugado, lo que resulta en un producto más saludable (Nuernberg et al., 2005). Está indicado que la relación AGPI: AGS sea superior a 0,4 y que la relación omega-6/omega-3 sea menor a 7. La intensificación de los sistemas pastoriles mediante la suplementación, en algunas situaciones no generaría cambios en los perfiles de ácidos grasos y en otras incrementaría la relación n-6/n-3, pero manteniéndola dentro del rango recomendado. Por su parte, los sistemas de engorde a corral producirían carnes con bajo niveles de CLA y altas relaciones n-6/n-3. (Depetris y Santini, 2005).

A pesar que existen evidencias que el consumo de pasto incrementa la relación de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) y la relación omega3/omega6, varios estudios confunden los efectos de la dieta con los efectos de los pesos de faena o el grado de terminación. Para evitar estos efectos confundidos, French et al. (2000) realizaron un ensayo que tuvo por finalidad evaluar los efectos de la dieta sobre la composición de la grasa intramuscular en novillos con similares ganancias de peso, durante 85 días. En el cuadro 13 se presentan los resultados obtenidos por French et al. (2000) junto a un resumen de trabajos en los que también se estudió el efecto de la dieta sobre el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular.

**Cuadro 13:** Efecto de la dieta en la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular (resumen de trabajos).

Trat	Días	18:2 (CLA)	AGS <sub>6</sub>	AGMI <sub>7</sub>	AGPI <sub>8</sub>	Rel n-6/n-3	CLA c9, t11	Rel PUFA/AGS	Autor
Pastura			32.2					0.5	Gil y Huertas (2001)
Corral			31.6					0.4	
SC <sub>1</sub>	85	0.47	47.7	41.8	4.1	3.6			French et al. (2000)
CO <sub>2</sub>		0.37	48.1	41.5	4.9	4.1			
CG <sub>3</sub>		0.54	45.7	40.9	4.5	2.9			
GC <sub>4</sub>		0.66	44.9	42.3	4.7	2.5			
GO <sub>5</sub>		1.05	42.8	43.1	5.4	2.3			
Pastura	40		45.9	39.6	6.3	2.0	0.5		Noci et al. (2005)
	99		45.5	41.2	5.6	1.6	0.6		
	158		43.2	41.1	6.6	1.5	0.7		
Corral	158		45.4	41.6	5.6	2.2	0.5		

SC<sub>1</sub> (silaje de pastura *ad libitum* más 4 kg de concentrado); CO<sub>2</sub> (8 kg concentrado más 1 kg heno); CG<sub>3</sub> (6 kg MS forraje pastoreado más 5 kg concentrado); GC<sub>4</sub> (12 kg forraje pastoreado más 2.5 kg concentrado); GO<sub>5</sub> (22kg forraje pastoreado); GS<sub>6</sub> (total de ácidos grasos saturados); AGMI<sub>7</sub> (total de ácidos grasos mono-insaturados); AGPI<sub>8</sub> (total de ácidos grasos poli-insaturados)

Como se observa en el cuadro 13, la disminución de concentrado en la dieta, causó una disminución lineal en la concentración de ácidos grasos saturados (AGS) en la grasa intramuscular, reflejando la menor concentración de estos ácidos en el pasto. Los novillos alimentados solamente a pasto tuvieron una mayor concentración de PUFA y de CLA en la grasa que los otros grupos. La relación de AGPI:AGS en grasa fue linealmente incrementada a medida que disminuía el consumo de concentrado en la dieta. La disminución

del consumo de concentrado aumentó la concentración de ácidos grasos omega-3 en la grasa y en consecuencia disminuyó también la relación omega-6/omega-3.

Similares resultados a los obtenidos por French et al. (2000) fueron reportados por Rosso et al. (1998), Gil y Huertas (2001), Realini et al. (2004), Schindler et al. (2004), Noci et al. (2005) por lo que queda demostrado que el perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular y subcutánea mejora desde la perspectiva de la salud humana con la alimentación a pasto, esta mejora depende de la duración del pastoreo.

## **2.5. HIPOTESIS**

Diferentes estrategias de terminación, producto de varias combinaciones “pasto-encierro”, afectan la ganancia de peso vivo de novillos en terminación, peso a la faena cuando establecida a tiempo fijo, y la eficiencia de conversión global de cada dieta.

A una misma tasa de ganancia y un mismo peso de faena, animales provenientes de diferentes sistemas de alimentación pre-faena, presentarán diferencias no solo en rendimiento de carcasa y peso de diferentes cortes si no en características asociadas a parámetros de calidad de la carne.

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN**

El experimento se realizó en la UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young, Convenio INIA-SRRN), Río Negro, Uruguay; a 32° 41,2' de latitud S y 57° 38,8' de longitud W.

#### **3.2. CLIMA**

La temperatura media para otoño es 18°C, de invierno es 12°C y de primavera es de 17°C. La precipitación media anual es de 1218 mm, con una distribución de 27% en primavera, 20% en verano, 35% en otoño y 18% en invierno. Durante el experimento las precipitaciones fueron de 161,8 mm. La temperatura mínima promedio del periodo fue de 8,6°C y la máxima de 19.2°C. Estos datos corresponden a la estación meteorológica de la UEDY.

#### **3.3. SUELOS**

El área experimental está localizada sobre formación Fray Bentos, suelos de la unidad Young, donde los dominantes son Brunosoles Éútricos Típicos de textura franco a limo arcillosa de fertilidad en general muy alta y moderadamente bien drenados. Asociados existen Brunosoles Éútricos

Háplicos Típicos de textura franco a limo arcillosa y Vertisoles Rúpticos Lúvicos de textura franco. El relieve es suavemente ondulado, con pendientes de alrededor de 2% (Durán, 1991).

### **3.4. ANIMALES**

Se manejaron 60 novillos Hereford de entre 20 y 24 meses de edad, con un peso promedio al inicio del experimento de  $354 \pm 20,2$  kg. Los animales ingresaron a la UEDY el 6 de junio de 2006, provenientes de un mismo rodeo del departamento de Salto, donde pastoreaban sobre praderas y campo natural mejorado.

### **3.5. TRATAMIENTOS**

Fueron evaluados 4 tratamientos definidos por diferentes combinaciones de tiempo de permanencia de los animales en el corral de engorde 120 días previos a la faena, en sustitución a la suplementación energética sobre pasturas de calidad.

1- **Encierro sin pastoreo (120C)** los animales ingresaron directamente al corral permaneciendo por un periodo total de 120 días pre-faena.

2- **Pastoreo 40 días, encierro 80 días (40P-80C)** los animales ingresaron al corral por 80 días luego de 40 días de pastoreo directo de avena/raigrás en cantidad no restrictiva (5% de asignación de forraje) más suplementación con grano de sorgo molido a razón del 1% del peso vivo (PV).

3- **Pastoreo 80 días, encierro 40 días (80P-C40)** los animales ingresaron al corral por 40 días luego de 80 días de pastoreo directo de avena/raigrás en cantidad no restrictiva (5% de asignación de forraje) más suplementación con grano de sorgo molido a razón del 1% del peso vivo (PV).

4- **Pastoreo sin encierro (120P)** los animales no ingresaron al corral, alimentándose 120 días pre-faena en base al pastoreo directo de avena/raigrás en cantidad no restrictiva (5% de asignación de forraje) más suplementación con grano de sorgo molido a razón del 1% del peso vivo (PV).

Los animales fueron asignados a cada tratamiento en forma aleatoria, previa estratificación por peso vivo.

### 3.6. PASTURAS, SUPLEMENTO Y RACIÓN

Se utilizaron 2 verdeos de invierno: 2 hás de avena (*Avena sativa*) y 5 hás de raigrás (*Lolium multiflorum*). Para la avena se utilizó el cultivar LE 1095a, sembrado en directa el 16 de marzo de 2006, con una densidad de 100 kg/ha y fertilizado a la siembra con 100 kg/ha de 18-46-0. En el caso de raigrás el cultivar fue LE 284, sembrado el 5 de abril de 2006 bajo el mismo sistema, a razón de 25 kg/ha, con la misma fertilización basal que el caso de avena.

El 14 y 15 de julio se refertilizaron ambos cultivos con 80 kg/ha de urea. El 22 de julio se aplicó 1.2 L/ha de 2.4D-amina a una parte del raigrás por incidencia de *Ammi sp.*

La dieta suministrada durante el periodo de permanencia en el corral fue elaborada en base a voluminosos (ensilaje de maíz o sorgo planta entera) y concentrados (grano de sorgo molido, expeller de girasol y núcleo, ver cuadro 14 ), formulada para ganancias de 1.3 kg/día según ecuaciones de predicción de consumo y exigencias de AFRC (1993). Este nivel de ganancia fue establecido de forma que la tasa de ganancia en el corral fuera similar a la obtenida a pasto cuando novillos Hereford pastorean verdeos en otoño-invierno con una asignación de forraje del 5% y son suplementados con grano al 1% de PV (Simeone y Beretta, 2001, 2005).

El ensilaje de sorgo planta entera utilizado en la ración fue sembrado el 27 de octubre de 2005 y el ensilaje se realizó 24 de marzo de 2006. Para el

caso del ensilaje de maíz planta entera la siembra se realizó el 28 de setiembre de 2005 y el ensilaje se llevó a cabo el 24 de enero de 2006.

En el cuadro 14 se presenta la composición de la dieta suministrada en el corral.

**Cuadro 14:** Ingredientes y composición química.

INGREDIENTES	COMPOSICIÓN DE LA RACIÓN (%MS)
Ensilaje de sorgo/maíz	39.5
Sorgo molido	50.0
Expeller de girasol	8.8
Núcleo	1.8
%MO	91.9
%PC	10.1
%FDN	59.3
%FDA	19.4
%C	5.9

**MO:** materia orgánica; **PC:** proteína cruda **FDN:** fibra detergente neutro; **FDA:** fibra detergente ácido; **C:** cenizas.

### 3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El experimento tuvo una duración de 128 días (del 27 de junio al 2 de noviembre de 2006), precedido de una fase pre-experimental de acostumbramiento de los animales al consumo de concentrado de 21 días.

### **3.7.1. Período pre-experimental**

Los 60 animales fueron manejados como un único lote, pastorearon un verdeo de avena y se les ofreció 1 kg de sorgo molido por animal, cantidad que se fue aumentando gradualmente para al cabo de 21 días (día 0 del experimento) llegar a 3.5 kg, el equivalente al 1% de su peso vivo.

### **3.7.2. Período experimental**

#### **3.7.2.1 Manejo de la pastura y suplemento**

El sistema de pastoreo fue rotativo en franjas diarias. Durante el tiempo de permanencia en la pastura, todos los animales fueron manejados en un único lote, siendo retirados del pasto hacia el encierro los animales de los tratamientos P40:C80 y P80:C40 a los días 40 y 80, respectivamente.

La asignación de forraje fue ajustada semanalmente, variando el área de la parcela, en base al último peso vivo registrado (se consideró la proyección de la ganancia en 10 días para el ajuste del peso vivo) y a la biomasa de materia seca total de forraje.

En el periodo comprendido entre 30 de julio y 23 de agosto se suministraron 1420 kg de fardo de pradera a razón de 2 kg/novillo/día.

La asignación del suplemento se calculó en base al peso vivo promedio de los tratamientos a pasto, y se ajustó cada 20 días utilizando el último peso registrado, considerando la proyección de la ganancia en 10 días para el ajuste y el contenido de materia seca del concentrado.

El suplemento se ofreció diariamente en comederos grupales por la mañana (8 a.m.), en un corral cercano a la pastura, por aproximadamente 2 horas. Una vez que los animales dejaban de consumir eran llevados a la nueva parcela; el eventual residuo se retiró del comedero y se pesó.

### **3.7.2.2. Manejo del corral**

Cada tratamiento se manejó en un corral independiente (25 m<sup>2</sup> por animal). Al ingresar al corral (días 0, 40 y 80), los animales de cada tratamiento fueron introducidos gradualmente a la dieta de terminación por un período de 7 días (acostumbramiento). El día 1 los animales recibieron la cantidad de suplemento que consumían a campo, agregándose el 1% del peso vivo (PV) en fardo y el 0,2% del PV en ración totalmente mezclada (RTM), la cual se fue incrementando en los 4 días siguientes en la misma proporción. El día 6 y 7 se retiró el fardo a razón de 0,5% del PV por día y se aumentó en la misma cantidad la RTM de forma de alcanzar el día 8 el máximo consumo.

La dieta fue ofrecida en dos comidas diarias a razón del 3% del PV, ajustada cada 20 días considerando la proyección de ganancias de peso en 10 días. El residuo fue removido del comedero semanalmente.

### **3.7.2.3. Manejo sanitario**

Al inicio del experimento los animales se vacunaron contra mancha y gangrena y se dosificaron con closantel.

## **3.8. DETERMINACIONES REALIZADAS**

### **3.8.1. Animales**

Se registró el peso vivo de los animales al inicio y luego cada 20 días hasta el final del experimento. La pesada se realizó por la mañana con 12 horas de ayuno de los animales (peso vacío), con una balanza de procedencia neozelandesa con una capacidad de 1400 kg.

La ganancia media diaria a pasto, en corral y para el total del período fueron estimadas a partir de la regresión lineal del peso vivo en el tiempo.

Al inicio, en los días 40, 80 y 120 del experimento, antes de registrar el peso vacío de cada animal se evaluó la composición corporal in vivo por ultrasonido (ecógrafo marca Aloka modelo 550) midiéndose el área de ojo de bife y espesor de grasa subcutánea (a nivel de la 12-13<sup>a</sup> costilla).

### **3.8.2. Pastura**

#### **3.8.2.1. Disponibilidad de materia seca de forraje para definir el tamaño de franja**

La disponibilidad de forraje se determinó semanalmente en el área que se estimó sería utilizada en los 10 días siguientes, mediante la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1997) marcando y cortando 2 escalas de 3 puntos cada una (alta, media y baja disponibilidad). Para cada punto de la escala, el forraje comprendido en un cuadro  $0,09\text{m}^2$  (30 x 30cm) fue cortado a ras del suelo con tijera de aro. El área de pastura fue muestreada tirando 300 cuadrados para la asignación de puntaje (asignando medio punto cuando fue necesario) Las muestras se pesaron frescas y luego se secaron en estufa de aire forzado a  $60^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante, aproximadamente 48 horas para la determinación del peso seco.

#### **3.8.2.2. Altura del forraje disponible**

La altura del forraje fue registrada en los 5 puntos de la diagonal del cuadrado en cada punto de la escala utilizando una regla milimetrada, registrando el contacto más alto de la regla con una hoja viva.

### **3.8.3 Mediciones concentradas por período**

Dentro de cada sub-período de 40 días, durante los días 8 a 14 y 22 a 28, diariamente se realizaron las siguientes determinaciones.

#### **3.8.3.1. Consumo de forraje en pastoreo**

Fue estimado mediante el método agronómico, como la diferencia entre la biomasa ofrecida y el rechazo (Lascano, 1990). Ambas variables fueron determinadas durante 7 días consecutivos en la parcela diaria de pastoreo mediante la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1997) marcando para cada muestreo de forraje ofrecido o rechazado escalas de tres puntos muestreando aproximadamente 150 puntos/parcela.

#### **3.8.3.2. Calidad de forraje ofrecido y residual**

En un solo día de la semana, y para una misma parcela uno de cada 30 cuadros tirados al azar para la determinación de la biomasa fueron cortados a ras de suelo y conservados para las determinaciones de calidad de la pastura ofrecida y del rechazo.

Las muestras frescas fueron caracterizadas en términos de su composición botánica mediante separación manual de las diferentes fracciones.

Posteriormente estas fueron secadas (manteniendo la individualización de las muestras) a no más de 60 °C por 48 horas. Molidas y almacenadas para posterior análisis químico.

### **3.8.3.3. Consumo de suplemento a pasto y ración en el corral**

Fue estimado diariamente en cada tratamiento como la diferencia entre el peso de materia seca ofrecida y rechazada. Semanalmente se tomaron muestras de suplemento, ración totalmente mezclada y de cada uno de los componentes por separado para la determinación de su composición química en una muestra compuesta.

La eficiencia de conversión del alimento fue estimada como la cantidad (kg) de alimento consumido por tratamiento por unidad (kg) de peso vivo producido.

### **3.8.4. Mediciones pre y post-faena**

#### **3.8.4.1 Determinaciones en planta frigorífica**

Los animales se faenaron en 2 lotes de 30 animales cada uno por una cuestión de logística de la planta frigorífica. Los animales de los tratamientos

120C y 40P-80C se faenaron el 30 de octubre y los de los tratamientos 80P-40C y 120P el 3 de noviembre.

En planta frigorífica luego de la faena se registró el peso de canal caliente (PCC). A las 24 horas post mortem se troceó la carcasa a nivel de la 10-11<sup>o</sup> costilla (obteniéndose el cuarto trasero y delantero), donde se tomaron registros de grado de marmoreo y pH. El pH se midió con un peachímetro Cole-Palmer con electrodo de penetración. El marmoreo se midió la escala USDA modificada a 5 puntos: 1: Devoid, 2: Practically Devoid, 3: Slight, 4: Small y 5: Moderate.

Se realizaron determinaciones de color para L\* (luminosidad, 0: negro, 100: blanco), a\* (índice de rojo/verde, valores positivos: rojo, valores negativos: verde) y b\* (índice de amarillo/azul, valores positivos: amarillo, valores negativos: azul). Los valores se midieron en tres puntos de la superficie del *Longissimus dorsi* en la 10<sup>o</sup> costilla, utilizando un colorímetro portátil Minolta (CR-210, Minolta Inc., Osaka, Japan) luego de un período mínimo de 45 minutos de exposición al oxígeno ("blooming"). La determinación del color de grasa se realizó en el mismo momento, con el mismo equipo y se determinó el color de la grasa de cobertura de la zona lumbar a la altura de la 10<sup>o</sup> costilla en ausencia de manchas de sangre o equimosis.

Del cuarto trasero se retiró el asado con vacío (*flank*), obteniéndose el corte pistola, registrándose el peso. En la sala de desosado se retiraron el juego de los 9 cortes: lomo (*tenderloin*), bife angosto (*striploin*), corazón de cuadril (*eye of round*), colita de cuadril (*tri-tip*), tapa de cuadril (*rump cap*) nalga de

afuera (*outside*), nalga de adentro (*inside*), bola de lomo (*knuckle*), tortuguita (*Heel muscle*), garrón (*shank*) (INAC, 2004), recortándolos y dándoles la forma para finalmente ser envasados al vacío, para posterior registro de peso. De estos trabajos surgieron además pesos de recortes de carne, grasa y peso de los huesos.

#### **3.8.4.2. Determinaciones en laboratorio**

Para el análisis instrumental de la terneza se utilizaron muestras de 2,5 cm de espesor del músculo *Longissimus dorsi* de la porción costal comprendida entre la 10<sup>o</sup> costilla y 2<sup>o</sup> vértebra lumbar. Las muestras fueron envasadas al vacío y maduradas 7 días, entre 1 y 4°C para la posterior determinación de la fuerza de corte.

Las muestras fueron descongeladas en agua a temperatura ambiente y cocinadas a baño María en un baño termostatzado a una temperatura interna de 75° C. De cada muestra se extrajeron de 8 a 12 sub-muestras de 1,27 cm de diámetro en forma paralela a las fibras musculares, las cuales fueron sometidas al corte de la cizalla de Warner-Bratzler.

### 3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento tuvo un diseño en parcelas completamente al azar. Las variables de peso vivo, ganancia diaria y composición de la canal, fueron analizadas utilizando Procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_1 P_{\text{vicial}} + \varepsilon_{ij} \quad \text{PV inicial / PV faena}$$

$Y_{ij}$  = Variable medida en el j-ésimo grupo de animales, perteneciente al i-ésimo tratamiento

$\mu$  = media general

$T_i$  = i-ésimo tratamiento

$\beta_1$  = coeficiente de regresión asociado a la covariable  $P_{\text{vicial}}$

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental (entre animales)

Las medidas de los tratamientos fueron comparadas usando el test de Tukey.

Los cambios en las variables asociadas a la pastura a lo largo de periodo experimental (disponible, rechazo, utilización y consumo), fueron estudiados a través de modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo, de la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + \varepsilon_{ij} + S_k + (PS)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde

$Y_{ijk}$  es el disponible, rechazo, utilización o consumo

$\mu$  es la media general

$P_i$  es el efecto de los periodo de 40 días

$\varepsilon_{ij}$  es el error experimental

$S_k$  es el efecto de la semana de muestreo(semána)

$(SP)_{ik}$  es la interacción entre tratamiento y semana

$\varepsilon_{ijk}$  es el error de la medida repetida

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

#### 4.1.1. Forraje ofrecido

Tanto el período ( $p=0.0011$ ), como la semana dentro de cada período ( $p<0.0001$ ) y la interacción período\*semana ( $p<0.0001$ ), fueron fuente significativa de variación de la disponibilidad de forraje.

En el cuadro 15 se presenta la evolución de disponibilidad, altura y composición química del forraje ofrecido durante el periodo experimental. Los valores son el promedio de dos semanas, las que coinciden con el intervalo entre dos pesadas consecutivas.

**Cuadro 15:** Disponibilidad, altura promedio y composición química del forraje ofrecido durante el período experimental

	PERIODO					
	0-40 días	SE	40-80 días	SE	80-120 días	SE
Disponibilidad (kg MS/ha)	2320	±145	2237	±145	3039	±145
Altura (cm)	19.3	±1.1	18.5	±1.1	23.8	±1.1
%MO	92.23		91.84		92.03	
%FDN	42.74		56.11		63.74	
%FDA	28.15		34.69		43.56	
%PC	15.61		11.94		11.47	
%C	12.85		10.28		15.45	

MO= Materia orgánica; FDN= Fibra detergente neutro; FDA= Fibra detergente ácido; PC= Proteína cruda; C= Cenizas; SE= error estandar.

Si bien hubo variaciones en cuanto a disponibilidad, en todos los casos fue mayor a 1500 kg MS/ha, por lo que el consumo máximo no estaría limitado (Cangiano y Gómez, 1985), sin embargo según Hodgson, citado por Norbis (1989), disponibilidades mayores a 2000 kgMS/ha no limitarían el consumo.

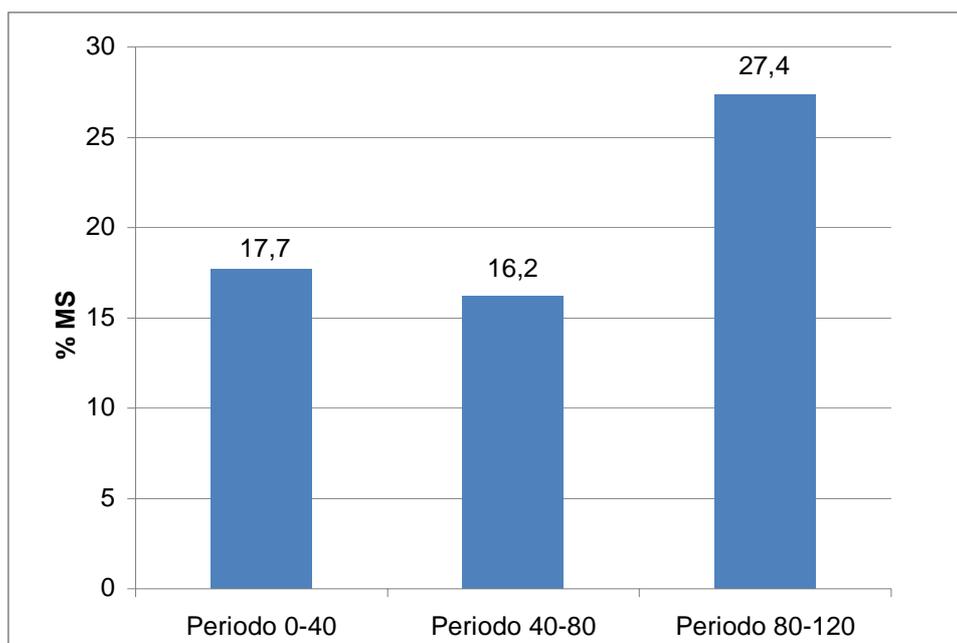
Se observó un aumento de la disponibilidad hacia el final del periodo 80-120 ( $p < 0.0001$ ) entre el 14/8 y el 3/10, cuando el verdeo se encontraba sobre el final de su ciclo (encañazón). Al avanzar el estado de madurez aumenta el rendimiento pero la digestibilidad y el consumo disminuyen. Los compuestos nitrogenados, el contenido mineral y las hojas disminuyen, mientras que los tallos aumentan ya que se necesitan mayor cantidad de estructuras de sostén (Zanoniani, 2000).

La altura del forraje disponible, tampoco estaría limitando el consumo, ya que en todos los casos superó los 15 cm, nivel requerido según Morris et al. (1993) para lograr la máxima performance animal.

#### 4.1.2. Calidad del forraje disponible

##### 4.1.2.1. Contenido de materia seca de la pastura

En la figura 7 se observa la evolución del contenido de MS del forraje, que corresponde al intervalo entre pesadas para todo el período experimental.



**Figura 7:** Evolución del contenido de materia seca (%) del forraje ofrecido

El valor de materia seca durante el período 0-40 y parte del período 40-80, sería problemático para obtener altos consumos lo que estaría afectando las ganancias diarias, ya que según lo revisado, en forrajes con un contenido de MS por debajo del 18%, por cada 4% de disminución en el contenido de MS el consumo de forraje se redujo a una tasa de 1 kg de MS (Vérité y Journet, citados por Chilibroste, 1998). Estos bajos contenidos de MS, estarían asociados a las condiciones climáticas imperantes durante el periodo experimental (temperatura media por encima de la media histórica y bajas precipitaciones).

Esta limitante se vio superada en el período 80-120, los cambios ocurridos en este período en cantidad de forraje disponible, composición química (aumento de FDN) y el aumento del porcentaje de materia seca son reflejo de un forraje más sazonado, lo cual luego coincidió con el aumento en la GMD del período 80-120.

#### **4.1.2.2. Composición botánica**

En el cuadro 16 se presenta la evolución de la calidad de la pastura en términos de gramíneas, restos secos y malezas del forraje ofrecido por semana durante el período experimental.

**Cuadro 16:** Evolución de la composición botánica de la pastura (% MS total) de raigrás ofrecida durante el período experimental.

% MS	PERIODO		
	0-40 días	40-80 días	80-120 días
<b>Gramínea</b>	53.9	76.8	93.7
<b>Restos secos</b>	27.7	22.2	5.3
<b>malezas</b>	18.4	0.9	1.1

Al inicio del período experimental se observa una alta proporción de malezas, dado por una situación puntual del potrero en el que estaban siendo manejados los animales, la cual fue controlada posteriormente con herbicida. Conforme avanzó el tiempo aumentó el % de gramínea, el % de restos secos se mantuvo, para disminuir en el periodo 80-120 debido a un cambio de potrero.

#### **4.1.3. Forraje residual**

Tanto el período ( $p=0.0010$ ), como la semana dentro de cada período ( $p=0.0005$ ) y la interacción período\*semana ( $p=0.0048$ ), fueron fuente significativa de variación del rechazo de forraje post pastoreo.

En el cuadro 17 se presentan los valores de cantidad, altura promedio y composición química de forraje residual para todo el período experimental. Los valores son el promedio de dos semanas, las que coinciden con el intervalo entre dos pesadas consecutivas.

**Cuadro 17:** Cantidad, altura promedio y composición química de forraje residual para todo el período experimental

	PERIODO					
	0-40 días	SE	40-80 días	SE	80-120 días	SE
<b>Rechazo (kg MS/ha)</b>	1273	±164	1136	±164	1961	±164
<b>Altura (cm)</b>	13.3	±0.9	12.9	±0.9	17.3	±0.9
<b>%MO</b>	91.94		92.41		92.10	
<b>%FDN</b>	64.32		47.17		59.09	
<b>%FDA</b>	43.64		34.36		36.79	
<b>%PC</b>	10.38		14.12		10.08	
<b>%C</b>	15.90		16.75		10.60	

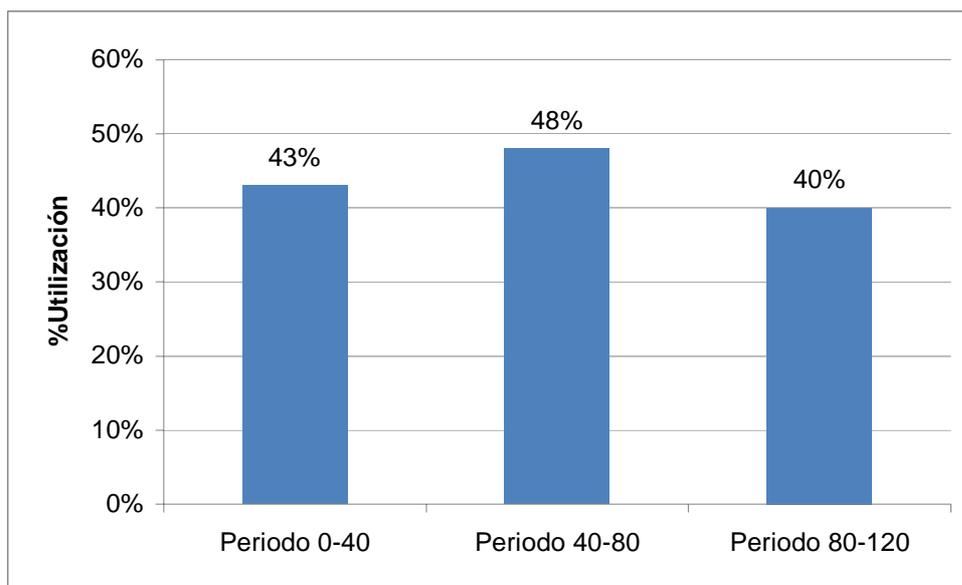
**MO=** Materia orgánica; **FDN=** Fibra detergente neutro; **FDA=** Fibra detergente ácido; **PC=** Proteína cruda; **C=** cenizas; **SE:** error estándar

En lo referente al rechazo, se observaron diferencias significativas entre el período 0-40 y 40-80 respecto al período 80-120, el cual fue significativamente mayor ( $p < 0.0001$ ). Este cambio podría explicarse fundamentalmente por la mayor biomasa ofrecida en el periodo 80-120 y por un aumento en la cantidad de suplemento a partir del 29 de agosto (de 1% PV a 1,3% PV y finalmente a 1,5% PV).

#### **4.1.4. Utilización de forraje**

Fueron fuente significativa de variación para la utilización de la MS del forraje los periodos ( $p=0.2955$ ), las semanas dentro de cada período ( $p<0.0139$ ) y la interacción periodo\*semana ( $p<0,0168$ ).

En la figura 8 se presentan los valores promedio de utilización de forraje durante el período experimental



**Figura 8:** Utilización de forraje (%) en el transcurso del experimento, por novillos pastoreando al 5% AF.

La eficiencia de utilización no superó en ningún caso el 50%, lo cual estaría indicando que no habrían operado restricciones desde el punto de vista de la utilización del forraje sobre los máximos consumos voluntarios (Hodgson, 1990).

La utilización de forraje tendió a aumentar hacia el período 40-80 para disminuir el último período. Es probable que esta tendencia esté asociada a que

la pastura se encontraba más sazónada, lo que habría proporcionado una dieta más adecuada para el animal, lo que implicaría menores utilidades a igual asignación de forraje (Chacón, citado por Berasain et al., 2002).

## **4.2. CONSUMO**

Se registraron diferencias significativas entre períodos en el consumo de MS total expresada en kg ( $p < 0.0001$ ), no existiendo diferencias entre tratamientos dentro de cada período ( $p < 0.05$ ). Los tratamientos ( $p = 0.5039$ ) y la interacción período\*tratamiento ( $p = 0.8993$ ) no fueron fuente significativa de variación.

Las diferencias en el consumo de MS total entre períodos se debieron en parte a la propia evolución de peso vivo de los diferentes tratamientos, por lo que se evaluó el consumo de materia seca expresado como porcentaje de peso vivo, donde no se registraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0.7843$ ), períodos ( $p = 0.9907$ ), y para la interacción tratamiento\*período ( $p = 0.8768$ ).

El consumo de MS de forraje expresado como % del PV no se vio afectado por el período ( $p = 0.7953$ ), en cambio existió efecto significativo de la semana ( $p = 0.0091$ ) y de la interacción período\*semana ( $p = 0.0005$ ).

En el cuadro 18 se muestran los resultados obtenidos de consumo de materia seca total (kg MS/animal/día), de pastura, de suplemento y de RTM, por período para cada tratamiento y consumo total durante el tiempo de permanencia en pastoreo y corral.

**Cuadro 18:** Consumo de materia seca total, de pastura, de suplemento y de RTM por período de 40 días y para el período total a pasto y corral en cada tratamiento, expresada como kg MS/animal/día

	TRATAMIENTO			
	120C	40P-80C	80P-40C	120P
<b>CMST (kg MS/an/día)</b>				
0 - 40 días	11.9	11.4	11.2	11.1
40 - 80 días	13.9	13.7	12.7	12.6
80 - 120 días	15.4	15.2	14.6	15.9
<b>CMS-Pastura (kg MS/an/día)</b>				
0 - 40 días	-	7.4	7.4	7.4
40 - 80 días	-	-	7.6	7.6
80 - 120 días	-	-	-	8.9
<b>CMS-Suplemento (kgMS/an/día)</b>				
0 - 40 días	-	4.0	3.8	3.7
40 - 80 días	-	-	5.1	5.0
80 - 120 días	-	-	-	7.0
<b>CMS RTM (kg MS/an/día)</b>				
0 - 40 días	11.9	-	-	-
40 - 80 días	13.9	13.7	-	-
80 - 120 días	15.4	15.2	14.6	-
<b>CMS en pastoreo(kgMS/an/día)<sup>1</sup></b>		11.4	12.0	13.2
<b>CMS en corral (kg MS/an/día)<sup>2</sup></b>	13.7	14.5	14.6	

a, b, c: medias seguidas de distinta letra en la fila difieren  $P < 0.05$  (Tukey)

**120C** (tratamiento 120 días a corral), **40P-80C** (tratamiento 40 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 80 días a corral), **80P-40C** (tratamiento 80 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 40 días a corral), **120P** (tratamiento 120 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo); **CMST**: consumo materia seca total; **CMS-Pastura**: consumo materia seca pastura; **CMS-Suplemento**: consumo materia seca suplemento; **CMS RTM**: consumo materia seca ración totalmente mezclada; <sup>1</sup> Consumo promedio de pastura + suplemento durante el tiempo de permanencia del tratamiento en pastoreo; <sup>2</sup> Consumo promedio de RTM durante el tiempo de permanencia del tratamiento en el corral.

En el cuadro 19 se muestran los resultados de consumo total de materia seca expresado en porcentaje de peso vivo por período para cada tratamiento y consumo total durante el tiempo de permanencia en pastoreo y corral.

**Cuadro 19:** Consumo de materia seca total, de pastura, de suplemento y de RTM por período para cada tratamiento, expresada como % PV (kg MS/100 kg peso vivo).

	TRATAMIENTO			
	120C	40P-80C	80P-40C	120P
<b>CMST (%PV)</b>				
0 - 40 días	3.3	3.2	3.2	3.2
40 - 80 días	3.2	3.3	3.2	3.2
80 - 120 días	3.1	3.1	3.1	3.5
<b>CMS-Pastura (%PV)</b>				
0 - 40 días	-	2.2	2.2	2.2
40 - 80 días	-	-	2.0	2.0
80 - 120 días	-	-	-	2.0
<b>CMS-Suplemento (%PV)</b>				
0 - 40 días	-	1.0	1.0	1.0
40 - 80 días	-	-	1.2	1.2
80 - 120 días	-	-	-	1.5
<b>CMS RTM (%PV)</b>				
0 - 40 días	3.3	-	-	-
40 - 80 días	3.2	3.3	-	-
80 - 120 días	3.1	3.1	3.1	-
<b>CMS en pastoreo (%PV)<sup>1</sup></b>		3.2	3.2	3.3
<b>CMS en corral (%PV)<sup>2</sup></b>	3.2	3.2	3.1	

**120C** (tratamiento 120 días a corral), **40P-80C** (tratamiento 40 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 80 días a corral), **80P-40C** (tratamiento 80 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 40 días a corral), **120P** (tratamiento 120 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo);  
<sup>1</sup>Consumo promedio de pastura + suplemento durante todo el tiempo de permanencia del tratamiento en pastoreo; <sup>2</sup>Consumo promedio de RTM durante todo el tiempo de permanencia del tratamiento en corral.

El CMS total y de forraje de los animales alimentados en base a pastura fueron superiores a los reportados por Berasain et al. (2002), Elizondo et al. (2003), quienes trabajando en las mismas condiciones (5% de AF y suplementados al 1%PV) reportan consumos 1.63% PV y 1.55% PV de forraje y 2.6% PV de CMS total.

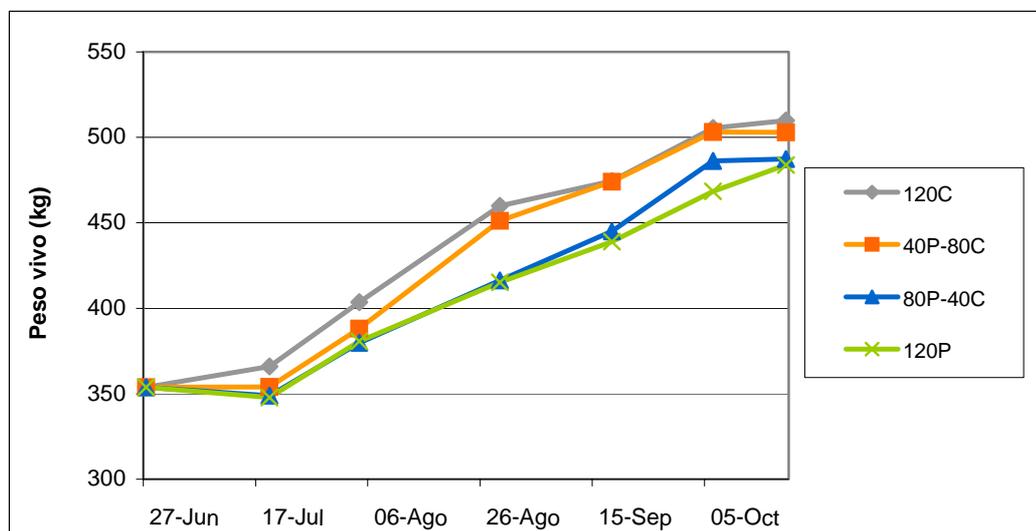
El CMS a corral es coincidente con lo encontrado por Elizalde et al. (2003) quienes trabajando con novillos de 371 kg PV al ingreso al corral y 440 kg PV de faena, para una dieta con una relación voluminoso concentrado 55/45, reportaron un consumo de 3.1% PV.

### **4.3. PERFORMANCE ANIMAL**

#### **4.3.1. Evolución del PV y ganancia diaria**

Tanto los tratamientos como el peso vivo inicial fueron fuente significativa de variación ( $p < 0.001$ ) del peso vivo medio de novillos durante el periodo otoño invernal. Los registros individuales de evolución de peso vivo se presentan en el anexo 2 y los análisis de varianza para esta variable en el anexo 3.

En la figura 9 se observa la evolución de peso vivo promedio de los diferentes tratamientos para todo el período experimental ajustado por el peso vivo inicial.



**Figura 9:** Evolución de peso vivo vacío durante el período experimental

El sistema de alimentación pre-faena afectó significativamente ( $p=0.0004$ ) el PV final. Los tratamientos con mayor tiempo de permanencia en el corral (120C y 40P-80C) fueron similares en PV ( $p=0.3073$ ) y más pesados respecto a los tratamientos con menor tiempo de permanencia (80P-40C y del 120P) ( $p=0.0054$ ), los cuales no difirieron entre si ( $p=0.5945$ ).

Los días a corral y el peso vivo inicial fueron fuente significativa de variación del peso final de los animales ( $p<0.0001$ ), por cada día más de permanencia en el corral, los animales fueron 0.23 kg más pesados al final del experimento ( $p<0.0001$ ).

Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Van Koevering et al. (1995), Comerford et al. (2001), Sainz et al. (2004) quienes reportaron que a mayor tiempo de permanencia en el corral, el peso final de los animales fue mayor, siendo estas diferencias significativas.

Las ganancias medias diarias (GMD), calculadas en base a la regresión del peso vivo en el tiempo durante el periodo experimental, mostraron una tendencia lineal ( $p=0.0078$ ), no encontrándose respuesta cuadrática ( $p=0.1513$ ).

Los tratamientos afectaron significativamente la ganancia tanto en el período 0-40 ( $p<0.0001$ ), como en el período 40-80 ( $p<0.0001$ ) y en el 80-120 ( $p<0.0015$ ).

La GMD a pasto, la GMD a corral y los días a corral fueron fuente significativa de variación de la GMD total ( $p<0.0001$ ), observándose un aumento de 23 g/animal/día por cada 10 días más de permanencia en el corral.

En el cuadro 20 se presentan las GMD obtenidas por cada tratamiento dentro de cada período, durante el tiempo total de permanencia a pasto y a corral.

**Cuadro 20:** Ganancias medias de peso vivo (GMD) promedio para todo el período (kg/animal/día), por período y fase de alimentación (pasto o corral)

	TRATAMIENTO				P<
	120C	40P-80C	80P-40C	120P	
<b>GMD promedio</b>	1.51a	1.53a	1.36b	1.26b	0.0001
<b>GMD 0- 40 días</b>	1.28a	0.87b	0.65b	0.67b	0.0001
<b>GMD 40- 80</b>	1.61b	1.94a	1.45bc	1.30bc	0.0001
<b>GMD 80-120</b>	1.17bc	0.97c	1.43ab	1.46a	0.0009
<b>GMD pasto</b>	--	0.87b	1.21a	1.25a	0.0001
<b>GMD corral</b>	1.51a	1.53a	1.43a	--	0.6322

a, b, c, d: medias seguidas de distinta letra en la fila difieren  $P < 0.01$  (MDS)

**120C** (tratamiento 120 días a corral), **40P-80C** (tratamiento 40 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 80 días a corral), **80P-40C** (tratamiento 80 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 40 días a corral), **120P** (tratamiento 120 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo), **GMD promedio** (ganancia media diaria promedio de cada tratamiento para todo el experimento), **GMD 0-40 días** (ganancia media diaria para el periodo 0-40) **GMD 40-80 días** (ganancia media diaria para el periodo 40-80) **GMD 80- 120 días** (ganancia media diaria para el periodo 80-120) **GMD pasto** (ganancia media diaria para el periodo de permanencia a pasto) **GMD corral** (ganancia media diaria para el periodo de permanencia a corral)

Las bajas ganancias de peso registradas en el periodo 0-40 en los tratamientos manejados sobre pasturas, son consecuencia de múltiples factores que afectan la GMD en el primer pastoreo de verdeos, tales como: bajo porcentaje de materia seca, el bajo contenido de fibra efectiva, el desbalance energía-proteína, los cuales han sido reportados por Carriquiry et al. (2002), Elizondo et al. (2003). La suplementación energética con fuentes de alta degradabilidad ruminal, ha sido propuesto como una estrategia dirigida a mejorar el desbalance de nutrientes en verdeos invernales y de este modo

mejorar la eficiencia de utilización de los nutrientes aportados por la pastura, incidiendo sobre el consumo.

Las GMD a corral fueron mayores a las obtenidas en pasturas, estos resultados coinciden con los encontrados por Rosso et al. (1998) quienes reportan que, novillos alimentados a corral tuvieron las más altas ganancias de peso debido a un mayor consumo energético asociado a la dieta con concentrados.

Durante el tiempo de permanencia en el corral no se registraron diferencias significativas en la GMD entre tratamientos ( $p=0.6322$ ). En el período a pasto el tratamiento 40P-80C difirió significativamente del tratamiento 80P-40C ( $p=0.0001$ ) y del 120P ( $p<0.0001$ ), no registrándose diferencias significativas entre estos últimos ( $p=0.5692$ ), es probable que esto se deba a que los tratamientos con más de 40 días a pasto a pesar de ser afectados por las bajas ganancias iniciales, este efecto se vio diluido por el mayor tiempo de permanencia en la pastura.

Las GMD obtenidas a pasto en el experimento concuerdan con las GMD reportadas en experimentos anteriores realizados a nivel nacional. Carriquiry et al. (2002) trabajando con novillos Hereford de 350 Kg suplementados con grano al 1% del PV sobre un verdeo en otoño, obtuvieron ganancias de 1.217 kg/animal/día para una asignación de forraje del 5% PV. Simeone et al. (2003), Damonte et al. (2004) en experimentos de similares características reportaron ganancias de 1.367 y 1.259 kg/anima/día, respectivamente.

En lo referente a las GMD obtenidas a corral, Hermson et al. (2004) trabajando con novillos de 244 kg de PV alimentados 150 días en base a pasturas y posteriormente encerrados por 89 y 116 días reportaron una GMD a corral de 1.79 y 1.80 kg/animal/día; respectivamente. Por su parte Van Koevering et al. (1995) obtuvieron una GMD promedio de 1.4 kg/animal/día trabajando con novillos de 330 kg promedio, encerrados durante 105-147 días. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Sainz et al. (2004) al trabajar con novillos de 238 kg PV, los cuales permanecieron en pasturas por 365, 60 y 0 días y fueron encerrados por 94, 158 y 168 días respectivamente.

#### **4.3.2. Eficiencia conversión**

El período ( $p < 0.0001$ ), los tratamientos ( $p = 0.0008$ ) y la interacción período\*tratamiento ( $p < 0.0001$ ) afectaron significativamente la eficiencia de conversión.

En el cuadro 21 se presentan los valores medios de eficiencia de conversión individual de la dieta para todo el período experimental.

**Cuadro 21:** Eficiencia de conversión (EC) individual (kg MS alimento/ kg ganancia de peso vivo) total, a pasto y corral para novillos con diferente tiempo de permanencia a pasto y a corral durante los 120 días previos a la faena

	TRATAMIENTO				P<
	120C	40P-80C	80P-40C	120P	
<b>EC promedio</b>	10.3b	11.9a	12.0a	12.4a	0.0008
<b>EC 0- 40 días</b>	9.5c	13.1b	17.2a	16.4a	0.0001
<b>EC 40- 80 días</b>	8.5 a	7.0a	8,7a	9.8a	0.0245
<b>EC 80-120 días</b>	13.0ab	15.5a	10.0b	10.9b	0.0001
<b>EC – PASTO</b>	....	13.1	13.0	12.4	
<b>EC- CORRAL</b>	10.3	11.3	10.0	....	

a, b, c: medias seguidas de distinta letra en la fila difieren  $P < 0.05$  (Tukey)

**120C** (tratamiento 120 días a corral), **40P-80C** (tratamiento 40 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 80 días a corral), **80P-40C** (tratamiento 80 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 40 días a corral), **120P** (tratamiento 120 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo), **EC** (eficiencia de conversión: kg alimentos/kg ganancia PV)

La eficiencia de conversión a corral en promedio fue mejor (menos kg de MS consumida/kg de ganancia de PV) que la registrada a pasto, lo que estaría explicado en parte por una mejor calidad de la dieta ofrecida a corral, que estaría afectando la eficiencia de utilización de energía neta para ganancia de peso ( $K_f$ ), la cual aumenta con el % de concentrado en la dieta.

Estas diferencias en eficiencias de conversión se ven reflejadas en las diferencias en GMD entre tratamientos, esto coincide con lo reportado por

Meissner et al. (1995), quienes encontraron que a medida que aumentaba la concentración energética de la dieta a través de un mayor nivel de grano (de 2.5 a 2.98 Mcal EM/kg MS), aumentaban las ganancias de peso (de 1.69 a 1.80 kg/día) y la eficiencia de conversión (0.257 a 0.270 kg ganancia/ kg alimento).

El tratamiento 120C presentó la mejor eficiencia de conversión promedio, diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos ( $p < 0.05$ ), mientras que los demás tratamientos no difirieron estadísticamente entre sí. Los resultados obtenidos se explicarían en parte por: una dieta ofrecida en el corral más equilibrada y de mayor concentración energética, menor actividad física, menores requerimientos de mantenimiento y a las diferencias en ganancias medias diarias respecto a los animales que se encontraban alimentados en base a pastura más suplemento, resultando en un mayor peso vivo al final del experimento. Coincidiendo con lo antes mencionado, Rosso et al. (1998) concluye que animales que permanecen más días en el corral presentan un mayor consumo total de nutrientes, mayor eficiencia de uso de la energía para ganancia de peso y una mejor eficiencia de conversión.

Se registraron diferencias significativas entre períodos ( $p < 0.05$ ). En los resultados se observa una disminución en la eficiencia de conversión hacia el último período del experimento, esto puede estar reflejando un cambio en la composición de la ganancia media diaria. Lo anterior coincide con lo reportado por Geay, citado por Di Marco (1998), quien sugirió que hacia el final del período la ganancia de peso se realiza a expensas de una mayor acumulación de grasa siendo en rumiantes este proceso menos eficiente que el de deposición de músculos. De la misma forma, Hermesmeier et al. (2000) reportaron una disminución de 2.9% en la eficiencia de conversión cuando los

animales fueron alimentados hasta un espesor de grasa subcutánea (EGS) de 1.4 cm respecto a los alimentados hasta 1.0 cm de EGS.

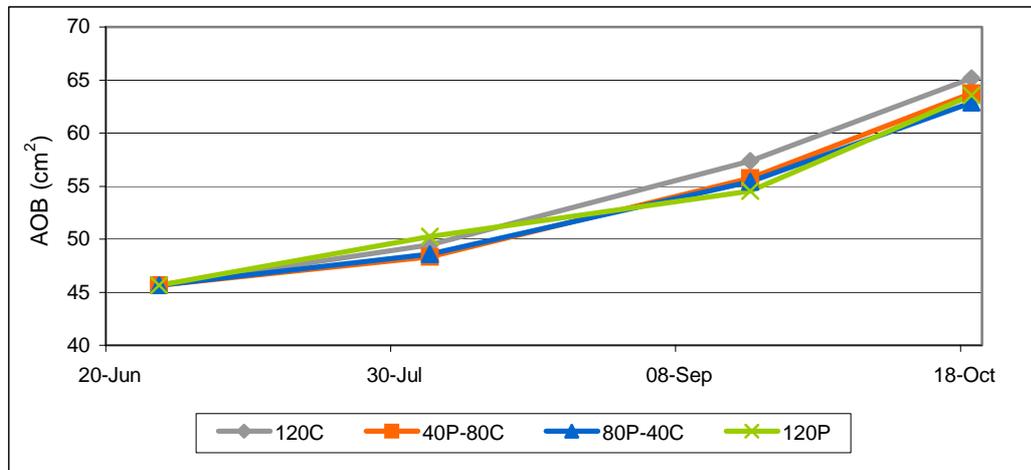
Las eficiencias de conversión del alimento de los diferentes tratamientos en el corral encontradas fueron peores que lo esperado según lo reportado por Elizalde et al. (2003) quienes indican valores de 6,0 y 7,3 kg alimento/kg ganancia para dietas con mas de 60% y menos de 60% de grano, respectivamente cuando faenados a 421 kg PV promedio. El mayor peso promedio de faena de este experimento (500 kg de PV) podría estar explicando estas diferencias.

#### **4.4 DEPOSICION DE MUSCULO Y GRASA**

##### **4.4.1. Evolución del área de ojo de bife**

Los tratamientos no fueron fuente significativa de variación para el área de ojo de bife (AOB) en ninguna de las mediciones realizadas por ultrasonografía a lo largo del experimento, mientras que el AOB inicial tuvo un efecto significativo ( $p < 0.0001$ ) sobre las posteriores mediciones.

En la figura 10 se presenta la evolución del área de ojo de bife de los diferentes tratamientos medida a través de ecógrafo cada 40 días.



**Figura 10:** Evolución del área de ojo de bife de los diferentes tratamientos medida a través de ecógrafo.

En el cuadro 22 se presenta la variación registrada entre períodos, a pasto y a corral en el área de ojo de bife (AOB).

**Cuadro 22: Área de ojo de bife (cm<sup>2</sup>) al inicio del experimento, final y variación medida cada 40 cada días a través de ecógrafo.**

	TRATAMIENTO				P<
	120C	40P-80C	80P-40C	120P	
<b>AOB inicial</b>	45.7a	45.7a	45.7a	45.7a	
<b>AOB final</b>	65.2	63.8	62.8	63.6	0.6704
<b>Variación 0-40 días</b>	3.8a	2.6a	2.9a	4.6a	0.4614
<b>Variación 40-80 días</b>	7.9a	7.5a	6.9ab	4.3b	0.0315
<b>Variación 80-120 días</b>	7.8a	8.0a	7.4a	9.0a	0.8014
<b>0-120 días</b>	19.5a	18.1a	17.2a	17.9a	0.6704
<b>Corral</b>	19.5	15.5	7.4	....	
<b>Pasto</b>	.....	2.6	9.8	17.9	

a, b, c: medias seguidas de distinta letra en la fila difieren  $P < 0.05$  (MDS)

**120C** (tratamiento 120 días a corral), **40P-80C** (tratamiento 40 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 80 días a corral), **80P-40C** (tratamiento 80 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 40 días a corral), **120P** (tratamiento 120 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo), **AOB inicial** (área ojo de bife medida al inicio del experimento); **AOB final** (área ojo de bife medida al final del experimento); **Variación 0-40 días** (variación del área ojo de bife en el período 0-40); **Variación 40-80 días** (variación del área ojo de bife en el período 40-80); **Variación 80-120 días** (variación del área ojo de bife en el período 80-120); **0-120 días** (variación del área ojo de bife en todo el experimento); **Corral** (variación del área ojo de bife en el período de permanencia en el corral); **Pasto** (variación del área ojo de bife en el período de permanencia en el pasto)

Al testear el efecto de la GMD sobre el AOB final y la variación de AOB total, se encontró que el peso inicial de los animales ( $p=0.1491$  y  $p=0.9478$ ), la GMD total ( $p=0.0700$  y  $p=0.0979$ ) y los días a corral ( $p=0.7934$  y  $p=0.7082$ ) no fueron fuente significativa de variación, no obstante, se observó una tendencia a registrar una mayor variación y AOB final en los tratamientos que presentaron

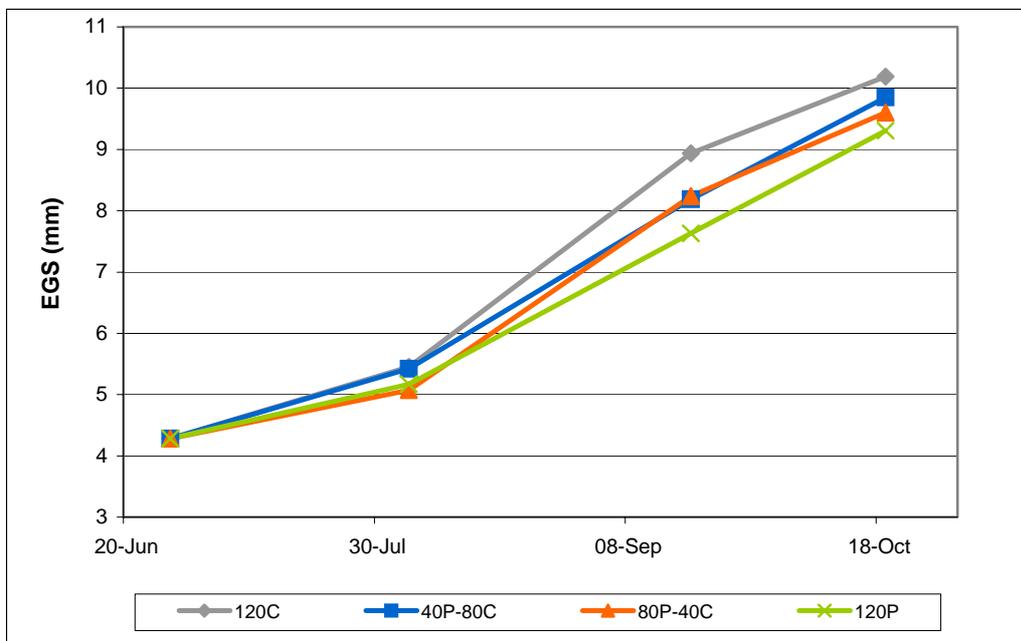
mayor GMD, por lo que se puede concluir que las diferencias registradas en GMD entre tratamientos, no fueron suficientes para marcar diferencias significativas en AOB.

Al probar el efecto de los días a corral sobre el AOB final y la variación de AOB total se encontró que, los días a corral ( $p=0.4117$  y  $p=0.5516$ ) y el peso inicial de los animales ( $p=0.0627$  y  $p=0.6496$ ) no fueron fuente significativa de variación. Estos resultados no eran los esperados según la literatura revisada, posiblemente esto fue debido a las elevadas tasas de ganancia y a la suplementación en pastoreo.

#### **4.4.2. Espesor de grasa subcutánea**

Los tratamientos no afectaron de forma significativa el espesor de grasa subcutánea (EGS) en ninguna de las mediciones realizadas en el experimento, mientras que el EGS inicial fue fuente significativa de variación para el EGS medido el 4 de agosto ( $p=0.0017$ ), el 18 de setiembre ( $p=0.0014$ ), y el 19 de octubre ( $p=0.0005$ ).

En la figura 11 se presenta la evolución en espesor de grasa subcutánea medida en los diferentes tratamientos a través de ecógrafo, durante el experimento.



**Figura 11:** Evolución en espesor de grasa subcutánea medida a través de ecógrafo.

En el cuadro 23 se presenta la variación registrada entre períodos en el espesor de grasa subcutánea.

**Cuadro 23:** Espesor de grasa subcutánea (mm) al inicio del experimento, final y variación medida cada 40 cada días través de ecógrafo.

	TRATAMIENTO				P<
	120C	40P-80C	80P-40C	120P	
<b>EGS inicial</b>	4.3	4.3	4.3	4.3	
<b>EGS final</b>	10.2	9.8	9.6	9.3	0.7116
<b>Variación 0-40 días</b>	1.2a	1.1a	0.8a	0.9a	0.6829
<b>Variación 40-80 días</b>	3.5a	2.8a	3.2a	2.5a	0.3705
<b>Variación 80-120 días</b>	1.3a	1.7a	1.4a	1.7a	0.8372
<b>0-120 días</b>	5.9 a	5.6a	5.4a	5.0a	0.7166
<b>Corral</b>	5.9	4.5	1.4	....	
<b>Pasto</b>	....	1.1	4.0	5.0	

a : medias seguidas de distinta letra en la fila difieren  $P < 0.05$  (MDS)

**120C** (tratamiento 120 días a corral), **40P-80C** (tratamiento 40 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 80 días a corral), **80P-40C** (tratamiento 80 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 40 días a corral), **120P** (tratamiento 120 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo), **EGS inicial** (espesor de grasa subcutánea medida al inicio del experimento); **EGS final** (espesor de grasa subcutánea medida al final del experimento); **Variación 0-40 días** (variación del espesor de grasa subcutánea medida en el período 0-40); **Variación 40-80 días** (variación del espesor de grasa subcutánea medida en el período 40-80); **Variación 80-120 días** (variación del espesor de grasa subcutánea medida en el período 80-120); **0-120** (variación del espesor de grasa subcutánea en todo en el experimento); **Corral** (variación del espesor de grasa subcutánea en el período de permanencia en el corral); **Pasto** (variación del espesor de grasa subcutánea en el período de permanencia en el pasto).

Los días a corral no fueron fuente significativa de variación ( $p=0.2904$ ) para el espesor de grasa subcutánea al final del experimento, a diferencia de lo reportado por Van Koevering et al. (1995) quien encontró que el espesor de grasa aumentó con los días de corral, presentando los novillos encerrados por 105 días un peso de faena de 472 kg PV y 0.86 cm de EGS, y los encerrados

por 133 días 518 kg PV y 1.09 cm de EGS. Estas diferencias se deberían a las diferencias en peso de faena entre tratamientos, las que en este experimento no fueron tan marcadas. Tampoco fue fuente significativa de variación el peso inicial de los animales ( $p=0.3174$ ) pero sí lo fue el contenido de EGS inicial ( $p=0.0003$ ) resultando en 1.3 mm más de EGS final por cada mm más al inicio del experimento. Esto pone de manifiesto la importancia del manejo de la alimentación durante la fase de recría previo al ingreso al engorde.

En cuanto a la variación de EGS total en función de los días a corral, la misma no se vio afectada por el peso inicial ( $p=0.3174$ ), por el EGS inicial ( $p=0.3766$ ) y por los días a corral ( $p=0.2904$ ).

Cuando se estudió la tasa de aumento de EGS a corral y a pasto, resultó que los tratamientos ( $p=0.4213$  y  $p=0.2418$ , respectivamente) y el EGS inicial ( $p=0.3677$  y  $p=0.8246$ ) no fueron fuente significativa de variación

Sainz et al. (2004) encontraron que animales bajo régimen de pastoreo ganaron peso (GMD=0.445 kg/día), sin incrementar el espesor de grasa, la cual aumentó rápidamente cuando los animales ingresaron al corral (GMD=1.44 kg/día). Este incremento se asoció a un elevado consumo de energía de los animales durante la fase de feedlot, indicando que el consumo de energía por encima de los requerimientos de mantenimiento fue el factor más importante en determinar la deposición de EGS. Los resultados no coinciden con lo encontrado en este experimento, esto se explica porque tanto los animales alimentados en base a pasto como en corral presentaron elevados consumos de energía, ya que según lo reportado por Davies, citado por Bartaburu et al.

(2003), como consecuencia de la suplementación con grano se incrementa el engrasamiento de la carcasa.

#### **4.5. CALIDAD DE CANAL**

##### **4.5.1. Peso canal caliente, carne vendible y cortes valiosos**

Los tratamientos ( $p=0.2640$ ), el peso inicial ( $p=0.9380$ ) y los días a corral ( $p=0.0368$ ) no fueron fuente significativa de variación para el peso de canal caliente. Los tratamientos no fueron fuente significativa de variación de los kg de carne vendible ( $p=0.7089$ ), kg de cortes valiosos ( $p=0.8231$ ) y proporción de cortes valiosos ( $p=0.2007$ ), sí lo fue de la proporción de carne vendible ( $p=0.0384$ ).

En el cuadro 24 se presentan los resultados obtenidos por tratamiento para el peso de canal caliente, peso del corte pistola, carne vendible y cortes valiosos como porcentaje de peso del corte pistola.

**Cuadro 24:** Peso canal caliente (kg/animal), peso del corte pistola (kg), carne vendible y cortes valiosos (% de peso corte pistola) de los diferentes tratamientos obtenidos a la faena.

	TRATAMIENTO				P<
	120C	40P-80C	80P-40C	120P	
<b>Peso canal caliente (kg)</b>	274.4a	271.0a	263.6a	263.1a	0.2640
<b>Peso corte pistola (kg)</b>	55.7a	56.2a	56.0a	55.9a	0.9710
<b>Carne vendible (% peso pistola)</b>	59.7a	58.6b	58.2b	58.9ab	0.0384
<b>Cortes valiosos (% peso pistola)</b>	26.6a	26.4a	27.0a	27.0a	0.2007

a: medias seguidas de distinta letra en la fila difieren  $P < 0.01$  (MDS)

**120C** (tratamiento 120 días a corral), **40P-80C** (tratamiento 40 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 80 días a corral), **80P-40C** (tratamiento 80 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 40 días a corral), **120P** (tratamiento 120 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo); **Carne vendible (% peso pistola)** (suma de: lomo, bife angosto, cuadril, tapa de cuadril, nalga de adentro, peceto, nalga cuadrada, bola de lomo, colita de cuadril, tortuga y garrón como proporción del peso del corte pistola); **Cortes valiosos (% peso pistola)** (suma de: lomo, bife angosto y cuadril como proporción del peso del corte pistola)

Los resultados obtenidos en cuanto a PCC posiblemente se deban a que, como ya fue reportado por Rosso et al. (1998) cuando los animales en pastoreo son suplementados con granos los pesos de carcasa y rendimiento aumentan, por lo que no se observan diferencias entre animales alimentados en base a pasto y corral.

Al analizar los cambios en peso de carcasa como una función lineal de los días a corral, se observó que éstos afectaron en forma significativa ( $p=0.0360$ ), aumentando el PCC 0.769 kg por cada 10 días más de permanencia en el corral siendo el peso inicial de los animales fuente significativa de variación ( $p<0.0001$ ), estas diferencias no fueron suficientes para marcar diferencias entre tratamientos.

Al ajustar los kg de carne vendible por peso de canal caliente (PCC), se vio que éste fue fuente significativa de variación ( $p<0.0001$ ), aumentando en 0.10 kg de carne vendible por cada kg mas de PCC, no registrándose diferencias entre tratamientos ( $p=0.7099$ ). En cambio, al ajustar la carne vendible como proporción del corte pistola por PCC, los tratamientos fueron fuente significativa de variación ( $p=0.0249$ ), mientras que el PCC no afectó significativamente ( $p=0.1875$ ).

Al ajustar los kg de cortes valiosos por PCC los tratamientos no fueron fuente de variación ( $p=0.2645$ ). Mientras que el PCC afectó significativamente el peso de corte valiosos ( $p<0.0001$ ), aumentando en 29 g por cada kg más de PCC. Al expresarlos como % del peso del corte pistola los tratamientos ( $p=0.1326$ ) y el PCC ( $p=0.2027$ ) no fueron fuente significativa de variación.

Cuando se ajustó la proporción y kg de carne vendible y cortes valiosos en función de los días a corral, se vio que éstos no fueron fuente significativa de variación de estas variables al expresarlas en kg ( $p=0.9262$  y  $p=0.4105$ ) y en % de peso del corte pistola ( $p=0.1202$  y  $p=0.1070$ ). El peso inicial fue fuente significativa de variación de la proporción de carne vendible y de cortes valiosos

en kg en función de los días a corral ( $p < 0.0001$ ), pero no como % del corte pistola ( $p = 0.5718$  y  $p = 0.3665$ ).

#### **4.6. CALIDAD DE CARNE**

##### **4.6.1 Marmoreo, pH y ternera**

Los tratamientos no afectaron significativamente el contenido de grasa intramuscular ( $p = 0.349$ ), el pH ( $p = 0.4316$ ) y la ternera ( $p = 0.5961$ ).

En el cuadro 25 se presentan los valores promedio de marmoreo, pH a las 24 horas y ternera medida a través del método Warner-Bratzler (W/B) obtenidos para cada tratamiento.

**Cuadro 25:** Contenido promedio de grasa intramuscular (marmoreo), pH a las 24 horas y terneza (W/B) para cada tratamiento a la faena.

	TRATAMIENTO				P<
	120C	40P-80C	80P-40C	120P	
<b>SC MARB</b>	3.6a	3.4a	3.2a	3.3a	0.349
<b>pH</b>	5.4a	5.4a	5.5a	5.6a	0.4316
<b>Terneza</b>	3.0a	2.7a	2.8a	2.8a	0.5961

a: medias seguidas de distinta letra en la fila difieren  $P < 0.01$  (MDS)

**120C** (tratamiento 120 días a corral), **40P-80C** (tratamiento 40 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 80 días a corral), **80P-40C** (tratamiento 80 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 40 días a corral), **120P** (tratamiento 120 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo), **SC MARB** escala USDA modificada a 5 puntos: 1: Devoid, 2: Practical Devoid, 3: Slight, 4: Small y 5: Moderate, **pH** (medido a las 24 hrs de la faena); **Terneza** (kg/kg, medida a través de la fuerza Warner-Bratzler)

La suplementación con granos podría estar explicando que los tratamientos no influyeran significativamente sobre el marmoreo.

El hecho de que no existieran diferencias en el pH entre tratamientos puede deberse a que según lo reportado por Depetris y Santini (2005), con dietas con altos niveles de energía como las ofrecidas en condiciones de engorde a corral y la suplementación con granos, se incrementan los niveles de glucógeno previo a la faena, lo que permitiría descender el pH a valores inferiores a 5,8. Los valores de pH medido a las 24 horas en todos los tratamientos en este experimento fueron menores a 5,8, por lo que los valores de terneza obtenidos no estarían limitados por los de pH.

Gardner et al. (1999) reportaron que valores de fuerza Warner/Bratzler por debajo de 3.84 kg deberían ser clasificadas como tiernas y de más de 4.5 kg como duras, por lo que las muestras analizadas en este experimento estarían incluidas en el primer rango.

May et al. (1992) no encontraron mejoras en la terneza de la carne luego que los novillos alcanzaron 7,6 mm de grasa subcutánea (entre 56 y 84 días de feedlot), valor superado por los novillos en este experimento, por lo que esto podría estar explicando en parte el hecho de que no se registraran diferencias entre tratamientos.

Un factor que podría estar influyendo sobre la terneza son las altas GMD registradas previo a la faena tanto a corral como a pasto, lo que según reporta Santini et al. (2003), produce una mayor cantidad y actividad de las enzimas responsables de la degradación de las fibras musculares (particularmente calpaínas) y por lo tanto se logra mayor terneza. A su vez frente a altas ganancias de peso el colágeno que rodea a las fibras musculares presenta una mayor solubilidad, producto de un mayor recambio proteico, lo cual contribuye a una mayor terneza.

Similares resultados encontraron Mc Intyre y Ryan, citados por Muir et al. (1998), quienes no encontraron diferencias en la terneza de la carne al comparar animales terminados en base a pasto y corral a similares edad, peso de faena y GMD. De la misma forma, Mandell et al. (1998) con ganancias de 1.3 y 1.5 kg/día a pasto y a corral, respectivamente, no encontraron diferencias en la terneza.

Al testear la influencia de los días a corral sobre el marmoreo, pH y terniza se observó que los mismos no fueron fuente significativa de variación para estas tres variables ( $p=0.1766$ ,  $p=0.155$ ,  $p=0.4074$ , respectivamente). Esto no coincide con lo encontrado por Van Koevering et al. (1995), quienes reportaron un aumento en la grasa intramuscular (marbling) con los días a corral (GMD promedio=1.4 kg/día), pero a tasas decrecientes, estas diferencias se explicaría por las altas GMD obtenidas a pasto en este experimento y por el hecho de que los animales alimentados en base a pasturas fueron suplementados.

#### **4.6.2. Color de grasa y de músculo**

Cuando se analizó el color de la grasa (GS), los tratamientos fueron fuente significativa de variación para la luminosidad ( $L^*$  GS) ( $p=0.0485$ ), el índice de amarillo/azul ( $b^*$  GS) ( $p<0.0001$ ) y para el índice de rojo/verde ( $a^*$  GS) ( $p=0.0086$ ). En lo referente al color del músculo (M), los tratamientos fueron fuente significativa de variación para el índice de amarillo/azul ( $b^*$ M) ( $p=0.0028$ ), mientras que no afectaron la luminosidad ( $L^*$ M) ( $p=0.1011$ ) y el índice de rojo/verde ( $a^*$ M) ( $p=0.5020$ ).

Los valores obtenidos en lo referente a color de grasa y de músculo de los distintos tratamientos se presentan en el cuadro 26.

**Cuadro 26:** Efecto de los tratamientos sobre el color del músculo *Longissimus dorsi* y de la grasa subcutánea.

	TRATAMIENTO				P<
	120C	40P-80C	80P-40C	120P	
<b>L* GS</b>	70.7a	71.2a	71.5a	63.2b	0.0485
<b>a* GS</b>	4.4a	4.9a	6.5a	11.1b	0.0086
<b>b* GS</b>	14.3a	15.8a	18.7b	18.8b	< 0.0001
<b>L* M</b>	39.1ab	45.3a	38.0ab	33.3bc	0.1011
<b>a* M</b>	21.9a	20.8a	21.3a	21.8a	0.5020
<b>b* M</b>	13.3a	12.9a	11.9b	11.8b	0.0028

a, b, c: medias seguidas de distinta letra en la fila difieren  $P < 0.05$  (MDS)

**120C** (tratamiento 120 días a corral), **40P-80C** (tratamiento 40 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 80 días a corral), **80P-40C** (tratamiento 80 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo y 40 días a corral), **120P** (tratamiento 120 días en base a pasturas: 5% asignación de forraje, suplementados al 1% del peso vivo), **L\*EGS** (luminosidad de la grasa subcutánea, 0: negro, 100: blanco); **a\*EGS** (índice de rojo/verde de la grasa subcutánea, valores positivos: rojo, valores negativos: verde); **b\*EGS** (índice de amarillo/azul de la grasa subcutánea, valores positivos: amarillo, valores negativos: azul); **L\*M** (luminosidad del músculo *Longissimus dorsi*, 0: negro, 100: blanco); **a\*M** (índice de rojo/verde del músculo *Longissimus dorsi*, valores positivos: rojo, valores negativos: verde) **b\*M** (índice de amarillo/azul del músculo *Longissimus dorsi*, valores positivos: amarillo, valores negativos: azul).

En cuanto a L\*GS, el tratamiento 120P se diferenció significativamente del tratamiento 120C ( $p=0.0306$ ), del 40P-80C ( $p=0.0210$ ) y del 80P-40C ( $p=0.0166$ ), sin diferir significativamente estos tres entre sí. El parámetro a\* GS mostró el mismo comportamiento, diferenciándose el tratamiento 120P del tratamiento 120C ( $p=0.0021$ ), del 40P-80C ( $p=0.0044$ ) y del 80P-40C ( $p=0.0305$ ), sin diferir significativamente éstos últimos entre sí. Estos resultados

son coincidentes con lo encontrado por Strachan et al. (1993), quienes reportan que en novillos después de 35 días alimentados con grano, el  $a^*$  GS descendió significativamente de 3.9 a 2.4. Referido a  $b^*$ GS, no se observaron diferencias significativas entre el tratamiento 120C y 40P-80C ( $p=0.1481$ ), tampoco se observaron diferencias entre el tratamiento 80P-40C y 120P ( $p=0.9015$ ), pero si difirieron significativamente los tratamientos 120C y 40P-80C con respecto a los tratamientos 80P-40C y 120P ( $p=0.001$ ).

Cuando se evaluó si los días a corral fueron fuente significativa de variación del color de GS se comprobó que, los días a corral fueron fuente de variación para el  $a^*$ GS ( $p=0.0020$ ) y para el  $b^*$  GS ( $p<0.0001$ ), en cuanto al  $L^*$  GS, si bien no se encontraron diferencias significativas ( $p=0.0529$ ), se observa una tendencia a aumentar con los días a corral, aumentando 0.0536 unidades por cada día mas de permanencia en el corral. Estos resultados son coincidentes con lo reportado por Strachan et al. (1993), McCaughey y Cliplef (1996) que reportaron una tendencia a que a mayor duración del período de terminación con grano mayor descenso del  $a^*$  GS, lo cual fue atribuido a una menor concentración de beta-caroteno en la grasa de estos animales.

Relativo al color del músculo, al evaluar  $a^*$ M no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0.5020$ ); mientras que sí se registraron al analizar  $b^*$ M ( $p=0.0028$ ), donde el tratamiento 120C se diferenció del 80P-40C ( $p=0.0028$ ) y del 120P ( $p=0.0022$ ) sin diferir del 40P-80C ( $p=0.4020$ ), por su parte el tratamiento 120P y 80P-40C no se diferenciaron significativamente entre si ( $p=0.8456$ ). En cuanto a  $L^*$ M, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0.1011$ ). Estos resultados no coinciden con los encontrados por Priolo et al. (2001), Nuernberg et al. (2005),

que reportaron menores valores de  $L^*$  para aquellos animales terminados en base a concentrado, asociando estas diferencias en parte a las diferencias en el contenido y color de grasa intramuscular que cuando se suministra granos.

Acerca de la influencia de los días a corral en el color del músculo, se registraron diferencias en cuanto a  $b^*M$  ( $p=0.0001$ ). En cuanto a  $a^*M$ , se observó que los días a corral no fueron fuente significativa de variación ( $p=0.4616$ ), tampoco lo fueron para  $L^*M$  ( $p=0.1051$ ), sí bien para éste último caso se observó una tendencia a un aumento en 0.062 unidades de  $L^*M$  por cada día más de permanencia en el corral.

Shorthose y Harris, Varnam y Sutherland, citados por Muir et al. (1998) sugieren que las concentraciones de mioglobina son mayores en animales pastoreando libremente, cuando se los comparó con animales de feedlot, por diferencias en la actividad física, resultando en carne más oscura, causada por un mayor contenido de metamioglobina oxidada.

#### **4.7. DISCUSIÓN GENERAL**

La GMD y la eficiencia de conversión a corral en promedio fueron mejores respecto a las registradas a pasto. Al no observarse diferencias en consumo, esto se explicaría por condiciones más controladas de los animales (menor actividad física y menores requerimientos de mantenimiento) y una dieta ofrecida a corral de mejor calidad, que estaría afectando la eficiencia de utilización de energía. El incremento en el tiempo de permanencia en el corral aumenta la ganancia de peso de los novillos, observándose dos grupos: el de los tratamientos que permanecieron más días en corral (120C y 40P-80C) los que presentaron mayores GMD promedio, y los de menor permanencia (80P-40C y 120P).

El peso de canal caliente no fue afectado por los tratamientos y el peso inicial, mientras que si bien los días a corral influyeron sobre el PCC, esto no fue suficiente para marcar diferencias significativas entre tratamientos. Los tratamientos no afectaron significativamente los kg de carne vendible, kg de cortes valiosos y proporción de cortes valiosos, sí lo hicieron en la proporción de carne vendible.

El pH, terneza, marbling, AOB y EGS de los animales alimentados en base a pasto no mostraron diferencias respecto a los alimentados en base a concentrados, estas características no se vieron modificadas con el tiempo de permanencia en corral. A pesar de esto, se nota una tendencia a registrar mayor AOB final en los tratamientos que presentaron mayor GMD, si bien éstas no fueron suficientes para marcar diferencias en AOB entre tratamientos.

Los animales alimentados a pasto presentaron color de carne más oscuro y grasa más amarilla, estas variables se vieron mejoradas con los días a corral, siendo 40 días de corral suficientes para mejorar el color de la grasa y 80 días para mejorar el color de la carne.

Las diferencias registradas en performance animal no se reflejaron en términos generales en la calidad de canal y carne, estos resultados sugerirían que con animales terminados sobre pasturas de calidad (raigrás y avena) y suplementados, es viable alcanzar un producto de igual calidad al de aquellos animales terminados en feedlot. La contradicción de los resultados obtenidos respecto a otros trabajos estaría dada por las altas GMD registradas a pasto.

## **5. CONCLUSIONES**

- ✓ La alimentación a corral mejoró la GMD y la eficiencia de conversión con respecto a las registradas por novillos Hereford 120 días previos a la faena, manejados sobre pasturas mejoradas y suplementados a razón del 1% PV.
- ✓ No obstante esto, es posible a través de adecuadas GMD prolongar el período de permanencia de animales en terminación en pasturas previo al ingreso al feedlot y aún así obtener carne de calidad.
- ✓ Los días a corral influyeron sobre el PCC, no siendo estas diferencias suficientes para marcar diferencias significativas entre tratamientos.
- ✓ El pH, terneza, marbling, AOB y EGS de los animales alimentados en base a pasto no mostraron diferencias respecto a los alimentados en base a concentrados, estas características no se vieron modificadas con el tiempo de permanencia en corral.
- ✓ Los animales alimentados a pasto presentaron color de la carne más oscuro y grasa más amarilla, estas variables se vieron mejoradas con los días a corral.

- ✓ Disminuir el tiempo de permanencia a corral es una ventaja desde el punto de vista económico. Es posible producir carne de calidad en base a pasto. De todas maneras, para mejorar algunas características de la carne, como el color, sería necesario un período corto a corral, siendo 40 días de corral suficientes para mejorar el color de la grasa y 80 días para mejorar el color de la carne.

## **6. RESUMEN**

Los sistemas intensivos de invernada vacuna en Uruguay se desarrollan básicamente sobre pasturas mejoradas, praderas y verdesos. Una mayor intensificación de estos sistemas a través de la utilización de concentrados energéticos como suplementos y la introducción de feedlots (corrales de engorde), surgen como alternativas para aumentar la productividad y a su vez obtener un producto diferenciado para alcanzar nichos específicos de mercado (negocio del “choice”), para el cual la exigencia es de 120 días de permanencia en el corral, estrategia definida para alcanzar un peso de carcasa de 280 kg, 2-4 dientes y determinado nivel de grasa intramuscular (choice). El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto sobre la performance animal y la calidad de canal y carne, del engorde a corral y del tiempo de permanencia dentro de éste, en sustitución a la terminación sobre pasturas de alta calidad con suplementación energética, cuando faenados a tiempo constante. El experimento se realizó en la UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young, Convenio INIA-SRRN), teniendo una duración de 128 días (del 27 de junio al 2 de noviembre de 2006). Se manejaron 60 novillos Hereford de entre 20 y 24 meses de edad, con un peso promedio al inicio del experimento de  $354 \pm 20,2$  kg, los cuales fueron asignados en parcelas al azar a cuatro tratamientos: 120 C, encierro sin pastoreo por 120 días. 40P-80C, ingreso al corral por 80 días luego de 40 días de pastoreo directo al 5% de asignación de forraje más suplementación al 1% del peso vivo. 80P-40C, ingreso al corral por 40 días luego de 80 días de pastoreo directo al 5% de asignación de forraje más suplementación al 1% del peso vivo. 120P, 120 días de pastoreo directo al 5% de asignación de forraje más suplementación al 1% del peso vivo, sin encierro. Las ganancias y eficiencias de conversión obtenidas para cada tratamiento fueron: 120C: 1.51 kg/día y 10.3 kg/kg. 40P-80C: 1.54 kg/día y 11.9

kg/kg. 80P-40c: 1.36 kg/día y 12.0 kg/kg. 120P: 1.26 kg/día y 12.4 kg/kg. Existiendo respuesta al tiempo de permanencia en el corral, para ambas variables ( $p=0.0001$  y  $p=0.0008$ ). El tratamiento 120C presentó la mejor EC promedio. El AOB a la faena tendió a variar dependiendo de la GMD total ( $p=0.07$ ), pero no fue afectada por los días a corral o el peso inicial ( $p>0.10$ ). Los días a corral no afectaron el EGS previo a la faena ( $p=0.2904$ ), la cual varió dependiendo del EGS inicial ( $p=0.0003$ ) resultando en 1.3 mm más de grasa final por cada mm más de grasa al inicio del experimento. Esto pone de manifiesto la importancia del manejo de la alimentación durante la fase de recría previo al ingreso al engorde. No hubo efecto de los tratamientos sobre la proporción de cortes valiosos ( $p=0.2007$ ). Los días a corral tampoco afectaron el marbling ( $p=0.1766$ ), el pH ( $p=0.155$ ) o la terneza ( $p=0.4074$ ). Los animales alimentados a pasto presentaron color de la carne más oscuro y grasa más amarilla, estas variables se vieron mejoradas con los días a corral, siendo 40 días de corral suficientes para mejorar el color de la grasa y 80 días para mejorar el color de la carne. Estos resultados parecerían sugerir que es posible alcanzar parámetros de calidad como los evaluados en este trabajo reduciendo los días de permanencia en el corral y por tanto el costo de kg de carne producido.

Palabras clave: novillos; corral; suplementación; tiempo de permanencia; calidad de canal; calidad de carne.

## **7. SUMMARY**

Beef cattle production systems in Uruguay rely almost exclusively on grazed pastures. However, an intensification of these systems is noticed through the inclusion of cereal grains and feedlots, with the aim of both raising the productivity and getting a differentiated product to target international markets. In order to achieve those 280 kg of carcass weight, 120 days of feedlot, 2-4 teeth old and a determined marbling score are required. The objective of this work is to evaluate the animal performance, carcass and meat quality, after using feedlots for different periods of time in comparison to those finished on grass-based and supplemented at 1% body weight (BW) system, when slaughtered at a predetermined date. The experiment was carried out at UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young, Convenio INIA-SRRN) Young Uruguay, and lasted 128 days (from 27<sup>th</sup> June to 2<sup>nd</sup> November, 2006). Sixty steers 20-24 months old, weighting  $354 \pm 20,2$  kg BW were randomly assigned to four dietary treatments: 120 C, 120 days on feedlot. 40P-80C, 80 days on feedlot after 40 days grazing on oats and ryegrass pastures in 5% forage allowance (FA) and supplemented at 1% BW with mill sorghum. 80P-40C, 40 days on feedlot after 80 days grazing on oats and ryegrass pastures in 5% forage allowance (FA) and supplemented at 1% BW with mill sorghum. 120P, 120 days grazing on oats and ryegrass pastures in 5% forage allowance (FA) and supplemented at 1% BW with mill sorghum. The steers live weight gains (ADG) and feed conversion efficiencies for each treatment: 120C: 1.51 kg/day and 10.3 kg feed/kg gain. 40P-80C: 1.54 kg/day and 11.9 kg/kg. 80P-40c: 1.36 kg/day and 12.0 kg/kg. 120P: 1.26 kg/day and 12.4 kg/kg. A significant effect was shown for both variables ( $p=0.0001$  y  $p=0.0008$ ). The 120 C treatment showed the greatest feed conversion efficiency. The *longissimus dorsi* area (LDM) at slaughter showed a tendency to vary with ADG ( $p=0.07$ ), but the days

on feedlot or initial BW had no effect on it ( $p>0.10$ ). Days on feedlot had no effect on the fat thickness (GR) before slaughter ( $p=0.2904$ ), but an effect was noticed when evaluating the initial GR, resulting in increase of 1.3 mm in the final GR for each mm of GR at the beginning of the trial. This makes the importance of the feeding management during the backgrounding period clear. No effect of the treatments were seen on the rounds cuts proportion ( $p=0.2007$ ). Days on feedlot showed no effect on marbling ( $p=0.1766$ ), pH ( $p=0.155$ ) or tenderness ( $p=0.4074$ ). The grass fed steers shown a darker meat and yellower fat, this was improved with days on the feedlot, being 40 days sufficient to improve the fat colour and 80 days for the meat colour. These results seem to suggest that is possible to reach quality standards as those assessed in this trial by shortening the number of days on the feedlot and therefore reducing the cost of meat production.

Key words: steers; feedlot; supplementation; days on feed; meat quality; carcass quality.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. ALONSO, F; CAMPÓN, G; COLUCCI, L. 1993. Algunos factores que afectan el rendimiento de la carne vacuna. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 198 p.
2. ANDERSEN, H. J.; OKSBJERG, N; YOUNG, J. F.; THERKILDSEN, M. 2005. Feeding and meat quality; a future approach. Meat Science. 70: 543-554
3. BARRENECHEA, D.; VÁZQUEZ, J. 2003. Impacto del engorde a corral en sistemas invernadores del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
4. BARRÓN, S.; GARCÍA, C.; MORA, O.; SHIMADA, A. 2004. Impacto económico de la pigmentación del tejido adiposo en bovinos en pastoreo en el trópico. Agrocienca. 38(2): 173-179.
5. BARTABURU, S., COOPER, P., LANFRANCONI, M., OLIVERA, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.
6. BERASAIN, S; PATRON, L; VIDART, M. 2002. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en

estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 111 p.

7. BERNAZA, R. 2003. Preferencias y actitudes del consumidor montevideano hacia la carne vacuna. *Revista Plan Agropecuario*. no. 106: 26-30.
8. BLOCK, H. C.; MCKINNON, J. J.; MUSTAFA, A. F.; CHRISTENSEN, D. A. 2001. Manipulation of cattle growth to target carcass quality. *Journal of Animal Science*. 79: 133-140.
9. CANGIANO, C.A; GOMEZ, P.O. 1985. Estimación del consumo del forraje mediante componentes del comportamiento ingestivo en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 5(9-10):573-579.
10. CAPUTI, P.; MURGUÍA, J.M. 2003. Análisis del crecimiento ganadero a través de un modelo de equilibrio. *Agrociencia*. 7(2): 79-90.
11. CIBILS, R.; VAZ MARTINS, D.; RISSO, D. 1996. ¿Qué es suplementar? *In*: Vaz Martins, D. ed. *Suplementación estratégica para el engorde de ganado*. Montevideo, INIA. pp. 33-37 (Actividades de Difusión no. 96).
12. COMERFORD, J. W.; HARPSTER, H. W.; BAUMER, V. H. 2001. The effects of grazing, liquid supplements, and implants on feedlot performance and carcass traits of Holstein steers. *Journal of Animal Science*. 79: 325-332.
13. CRESPO, B.L.; VIGIL, M.L.R; RISSO, J. M. 2004. Empezando a conocer el mercado doméstico; análisis de la oferta de productos de carne bovina. Montevideo, INIA. 52 p. (Serie Técnica no. 147).

14. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; I. Predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26ª, 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Medico Veterinario de Paysandú. pp. 1-12.
15. DALY, C.; YOUNG, O.A.; GRAAFHUIS, A.E.; MOORHEAD, S.M.; EASTON, H.S. 1999. Some effects of diet on beef meat and fat attributes. *New Zealand Journal of Agriculture Research*. 42: 279–287.
16. DARNELL, R.E.; HEARNSHAW, H.; BARLOW, R. 1987. Growth and carcass characteristics of crossbred and straightbred Hereford steers. III. Post-weaning growth in seven environments in New South Wales. *Australian Journal of Agricultural Research*. 38(5): 941-955.
17. DEPETRIS, G.; 2000. Calidad de la carne vacuna. *Marca Líquida*. may.: 17-21.
18. \_\_\_\_\_; SANTINI, F. 2005. Calidad de carne asociada al sistema de producción. In: Jornadas Internacionales en Carnes Vacunas (2005, Mar del Plata). Balcarce. INTA. s.p.
19. DI MARCO, O. N. 1993. Crecimiento y respuesta animal. Balcarce, Asociación Argentina de Producción Animal. 113 p.
20. \_\_\_\_\_. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Balcarce, s.e. 246 p.

21. DIEGUEZ, F.; HORNICH, J.; CARABAUX, J.; ISTASSE, L.; DUFRASNE, I. 2006. Less intensified grazing management with growing fattening bulls. *Animal Research*. 55:105–120.
22. DURÁN, A.1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
23. ELIZALDE, J. C. 1993. Algunos factores nutricionales del forraje que afectan la suplementación en pastoreo. In: Reunión Ganadera de la Zona Semiárida (1ª, 1993, Balcarce). Resúmenes. Balcarce, INTA. pp. 7-12.
24. \_\_\_\_\_.1999. Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. In: Congreso Nacional para Productores y Profesionales (2º, 1999, Palermo). Forrajes y Granos. s.n.t. pp. 67- 93.
25. \_\_\_\_\_.; DUARTE, G. 2003a. Encierre de vacunos en corrales. s.n.t. s.p.
26. \_\_\_\_\_.; PARRA, V.; DUARTE, G. 2003b. Resultados de engordes a corral de vacunos realizados en diferentes sistemas de producción de carne. In: Jornada de Actualización Ganadera (1ra, 2003, Balcarce). Memorias. Balcarce, s.e. pp.10-16.
27. ELIZONDO, L; GIL, A; RUBIO, L. 2003. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 p.

28. FAROUK, M.; LOVATT, S.J. 2000. Initial chilling rate of pre-rigor beef muscles as an indicator of colour of thawed meat. *Meat Science*. 56: 139–144.
29. FERNÁNDEZ, E.; MIERES, J. 2005. Algunos conceptos sobre el uso de suplementos en los sistemas invernadores. In: Jornada de Producción Animal Intensiva. (2005, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 1-10 (Actividades de Difusión no. 406).
30. FERNÁNDEZ MAYER, A. 1998. Fisiología de la producción de carne. INTA, EEA Bordenave, Material didáctico no. 3: 6-34.
31. FORBES, T. 1988. Researching the plant animal interface; the investigate of ingestive o behaviour in grazing animals. *Journal of Animal Science*. 66: 2269-2379.
32. FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P.J.; MOLONEY, A. P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*. 78: 2849–2855.
33. \_\_\_\_\_.; O'RIORDAN, E.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; MOONEY, M.T.; TROY, D.; MOLONEY, A. 2001. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. *Meat Science*. 57: 379– 386.
34. GARDNER, B.A.; DOLEZAL, H.G.; BRYANT, L.K.; OWENS, F.N.; SMITH, R.A. 1999. Health of finishing steers; effects on performance, carcass

traits, and meat tenderness. *Journal of Animal Science*. 77: 3168-3175.

35. GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.F.; CULIOLI, J. 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial of meat. *Reproduction and Nutrition Developement*. 41: 1-26.
36. GIL, A; HUERTAS, S. 2001. Efectos del sistema de producción sobre las características de la carne vacuna. Montevideo, INIA. 53 p. (Serie FPTA no. 04).
37. GOLA, F.; PAGGI, D. 2004. Trabajo final valor agregado de la carne vacuna. Tesis Licenciatura en administración de negocios agropecuarios. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de la Pampa. Facultad de Agronomía. 67 p.
38. GRAINGER, C.; MATHEWS, G.I. 1989. Positive relation between substitution rate and pasture allowance for cows receiving concentrates. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 29: 355-360
39. GUTIÉRREZ, G.; CAPUTI, P. 2004. Análisis de la volatilidad de los precios del ganado bovino en Uruguay. Implicancias para la implementación de un mercado de futuros y opciones. *Agrociencia*. 8(1): 61-67.
40. HAMMOND, J. 1960. *Farm animals*. 3th. ed. London, Edward Arnold. 322 p.

41. HERSOM, M. J. HORN, G. W. KREHBIEL, C. R.; PHILLIPS, W. A. 2004a. Effect of live weight gain of steers during winter grazing; I. Feedlot performance, carcass characteristics, and body composition of beef steers. *Journal of Animal Science*. 82: 262-272.
42. \_\_\_\_\_.; WETTEMANN, R. P.; KREHBIEL, C. R.; HORN, G. W.; KEISLER, D. H. 2004b. Effect of live weight gain of steers during winter grazing; III. Blood metabolites and hormones during feedlot finishing. *Journal of Animal Science*. 82: 2059-2068.
43. HODGSON, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science*. 36 (1): 49-57.
44. \_\_\_\_\_. 1990. *Grazing management; science into practice*. London, Wiley. 203 p.
45. HORN, G.; PAISLEY, S. 1998. Supplementation strategies for growing cattle grazing small grain winter pastures. *Journal of Animal Science*. 76(2):22.
46. IORIO, C.; MOSCIARO, M.; ACUÑA, A.; CORIA, D. 2003. Los sistemas de engorde a corral; coordinación con la demanda y riesgos de mercado.. In: Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria (34ta, 2003, Río Cuarto) Actas. Balcarce, FBL/EEA Balcarce. s.p.
47. KEANE, M.G.; ALLEN, P. 1999. Effects of pasture fertiliser N level on herbage composition, animal performance and on carcass and meat quality traits. *Livest Production Science*. 61: 233–244.

48. KLONT, R.; BARNIER, R.; DIJK, A.; SMULDERS, F.; HOVING-BOLINK, A.; HULSEGG, B.; EIKELENBOOM, G. 2000. Effects of rate of pH fall, time of deboning, aging period, and their interaction on veal quality characteristics. *Journal of Animal Science*. 78: 1845-1851.
49. KLOSTER, A.; LATIMORI, N.; AMIGONE, M. 2004. Suplementación de novillitos con dos fuentes energéticas en una pastura de alfalfa y gramíneas a baja asignación de forraje. *RIA*. 33 (1): 101-116.
50. LASCANO, C.E.; BOREL, R.; QUIOZ, R.; ZORILLA, J.; CHAVEZ, C.; WERNLI, C. 1990. Recomendaciones sobre metodología para la medición de consumo y digestibilidad in vivo. *In*: Ruiz, M.; Ruiz, A. eds. *Nutrición de rumiantes; guía metodológica de investigación*. San José, IICA. pp. 159-167.
51. LASTA, J. A. 1997. Calidad de carne y productos cárnicos. *Revista Argentina de Producción Animal*. 17(3): 197 – 201.
52. LOERCH, S.; FLUHARTY, F. 1998. Effects of corn processing, dietary roughage level, and timing of roughage inclusion on performance of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. 76: 681–685.
53. LUCENA, R.; KLOPFENSTEIN, T.; KLEMESRUD, M.; COOPER, R. 1998. Extended grazing and byproduct diets in beef growing finishing systems. *Nebraska Beef Report*. 84:60-63.
54. MC CAUGHEY, W. P.; CLIPEF, R. L. 1996. Carcass and organoleptic characteristics of meat from steers grazed on alfalfa/grass pastures and finished on grain. *Canadian Journal of Animal Science*. 76: 149–152.

55. MANDELL, I.; BUCHANAN-SMITH, J.; CAMPBELL, J. 1998. Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-Cross steers when time on feed is controlled. *Journal of Animal Science*. 76: 2619–2630.
56. MAY, G.; DOLEZAL, H.; GILL, D.; RAY, F. 1992. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *Journal of Animal Science*. 70: 444-453.
57. MEISSNER, H.; SMUTSZ, M.; COERTZE, R. 1995. Characteristics and efficiency of fast-growing feedlot steers fed different dietary energy concentrations. *Journal of Animal Science*. 73:931-936
58. MENDEZ, D.; DAVIES, P. 2001. El otoño y las bajas ganancias de peso. *Revista CREA*. abr.: 54- 59.
59. MOLITERNO, E.A. 1997. Estimación visual de la disponibilidad de pasturas (II). La altura de la pastura como estimador de su producción instantánea. *Cangüé*. no.10: 27-31.
60. MOORE, V.; YOUNG, O. 1990. The effects of electrical stimulation, thawing, ageing and packaging on the colour and display life in lamb chops, *Meat Science*. 30: 131-145.
61. MORRIS, S.T.; HIRSCHBERG, S.W.; MICHEL, A.; PARKER, W.J.; CURTCHEON, M.C. 1993. Herbage intake and live weight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward heights during autumn and spring. *Grass and Forage Science*. 48(2):109-117.

62. MUIR, P.D.; DEAKER, J.M.; BOWN, M.D. 1998. Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality; a review. *New Zealand Journal of Agriculture Research*. 41: 623–635.
63. MYERS, S.; FAULKNER, D.; NASH, T.; BERGER, L.; PARRETT, D.; MCKEITH, F. 1999. Performance and carcass traits of early-weaned steers receiving either a pasture growing period or a finishing diet at weaning. *Journal of Animal Science*. 77: 311-322.
64. NOCI, F.; MONAHAN, F. J.; FRENCH, P.; MOLONEY, A. P. 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers; influence of the duration of grazing. *Journal of Animal Science*. 83: 1167-1178.
65. NORBIS, H.M. 1989. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. Paysandú, Facultad de Agronomía. 26 p.
66. NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N.D.; WOOD, J.D.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I. 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of Longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*. 94: 137-147.
67. O’SULLIVAN, A.; O’SULLIVAN, K.; GALVIN, K.; MOLONEY, A.; TROY, D.; KERRY, J. 2002. Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality. *Journal of Animal Science*. 80 (6): 1556–1563.

68. OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S.; COLEMAN, S. W. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 73: 3152-3172.
69. \_\_\_\_\_.; SECRIST, D.; HILL, W.; GILL, D. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle; a review. *Journal of Animal Science*. 75:868–879.
70. \_\_\_\_\_.; GARDNER, B.A. 2000. Review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. s.l., American Society of Animal Science. pp. 1-18.
71. PARRA, V. F.; ELIZALDE, J.C.; DUARTE, G.A. 2002A. Producción de carne en empresas agropecuarias del oeste bonaerense. *Revista Argentina de Producción Animal*. 22 (Supl. 1): 56-57.
72. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2002b. Resultados de engordes a corral de vacunos en diferentes sistemas de producción. *Revista Argentina de Producción Animal*. 22 (Supl. 1): 60-61.
73. PETHICK, D.W.; HARPER, G. S.; ODDY, V. H. 2004. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle; a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 44 (7) 705 – 715.
74. PEYROU, J.; ILUNDAIN, M. 2006. Comportamiento del sector carne vacuna en 2006 y perspectivas para 2007. (en línea). Montevideo, s.e. Consultado 16 jul. 2007. Disponible en <http://www.inac.gub.uy>

75. PRIOLO, A; MICOL, D. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour; a review. *Journal of Animal Research*. 50: 185–200.
76. PURCHAS, R.W.; BURNHAM, D.L.; MORRIS, S.T. 2002. Effect of growth potential path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *Journal of Animal Science*. 80: 3211- 3221.
77. RAES, K.; BALCAN, A.; DIRINCK, P.; WINNE, A.; CLAYES, E.; DEMEYER, D.; SMET, S. 2003. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef. *Meat Science*. 65: 1237-1246.
78. RAYMOND, W. F.1964. The efficient use of grass. *Proceedings of the Nutrition Society*. 23: 1.
79. REALINI, C.E.; DUCKETT, S.K.; BRITO, G.W.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. 2004. Effects of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*. 66: 567-577.
80. REARTE, D. 2002. Calidad de carne en los sistemas pastoriles. *IDIA XXI*. a. 2(2.): 13-18.
81. RECALDE, M. L.; BARRAUD, A. 2002. Competitividad de la carne vacuna en Argentina. *Actualidad Económica*. 12(52): 14-22.
82. RISSO, D. F.; AUNCHAÍN, M., CIBILS, R.; ZARZA, A. 1991. Suplementación en invernadas del litoral. In: Restaino, E; Indarte, E.

eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. pp. 51-65 (Serie Técnica no. 15)

83. ROSS, J. W.; SMITH, T. K.; KREHBIEL, C. R.; MALAYER, J. R.; DE SILVA, U.; MORGAN, J. B.; WHITE, F. J.; HERSOM, M. J.; HORN, G. W.; GEISERT, R. D. 2005. Effects of grazing program and subsequent finishing on gene expression in different adipose tissue depots in beef steers. *Journal of Animal Science*. 83: 1914-1923.
84. ROSSO, O.; GARCÍA, P.T.; MACHADO, C. 1998. Sistemas experimentales de producción de carne ecológica In: Curso Producciones Ecológicas (5°, 2001, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, INTA. pp 91-93.
85. SAINZ, R. D.; VERNAZZA PAGANINI, R. F. 2004. Effects of different grazing and feeding periods on performance and carcass traits of beef steers. *Journal of Animal Science*. 82: 292-297.
86. SANTINI, F. J.; REARTE, D.; GRIGERA, J. M. 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. In: Jornada de Actualización Ganadera (1ª, 2001, Balcarce). Resúmenes. Balcarce, INTA. s.p.
87. SCHINDLER, V.; KEDZIERSKI, M.; PRUZZO, L.; DE SANTA COLOMA; L.F. 2004. Efecto del sistema de alimentación sobre ácidos grasos, grasa intramuscular y colesterol en reses de novillos Hereford. *Revista Facultad de Agronomía (UBA)*. 24 (2):147-153.
88. SCHOONMAKER, J.; LOERCH, S.; FLUHARTY, F.; ZERBY, H.; TURNER, T. 2002. Effect of age at feedlot entry on performance and carcass

characteristics of bulls and steers. *Journal of Animal Science*. 80: 2247–2254.

89. SHERBECK, J. A.; TATUM, J. D.; FIELD, T. G.; MORGAN, J. B.; SMITH, G. C. 1995. Feedlot performance, carcass traits, and palatability traits of Hereford and Hereford x Brahman steers. *Journal of Animal Science*. 73:3613–3620.
90. SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E.; ROHRER, G. A.; SAVELL, J. W. 1994. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner- Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. *Journal of Animal Science*. 72: 857-863.
91. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2004. Manejo nutricional de ganado de carne;II. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. In: Jornada Anual de la UPIC(2004, Paysandú). ¿Es buen negocio suplementar al ganado? Paysandú, Facultad de Agronomía. p.14.
92. \_\_\_\_\_. 2005a. Pasto vs. granos en invernada; falso dilema. Consideraciones sobre la utilización de alimentos concentrados en sistemas de recría y engorde de ganado bovino. In: Jornadas de Buiatría (33°, 2005, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Medico Veterinario de Paysandú. pp. 42-49.
93. \_\_\_\_\_. 2005b. Suplementación y engorde a corral; cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. In: Jornada Anual de la UPIC (2005, Paysandú). ¿es buen negocio suplementar el ganado? Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 10-11.

94. STRACHAN, D.B.; YANG, A; DILLON, R.D. 1993. Effect of grain feeding on fat colour and other carcass characteristics in previously grass-fed *Bos indicus* steers. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 33(3): 269-273.
95. THOMPSON, J.M.; BARLOW, R. 1981. Growth and carcass characteristics of crossbred and straightbred Hereford steers. II. Carcass measurements and composition. *Australian Journal of Agricultural Research*. 32(1):171-181.
96. USTARROZ, E.; DE LEÓN, M. 2004. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. INIA EEA Manfredi. Informe Técnico no. 7. 31 p.
97. VAN KOEVERING, M. T.; GILL, D. R.; OWENS, F. N.; DOLEZAL, H. G.; STRASIA, C. A. 1995. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of Longissimus muscles. *Journal of Animal Science*. 73:21-28
98. VAZ MARTINS, D. 1996. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. In: Jornada Técnica (96<sup>a</sup>, 1996, Colonia). Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp 15-21.
99. \_\_\_\_\_.; BANCHERO, G. 2004. Alternativas de suplementación y manejo de bovinos y ovinos para superar las bajas ganancias de otoño-invierno. In: Jornada de Producción Animal Intensiva (2004, Colonia). Trabajos presentados. Colonia, INIA La Estanzuela. pp.11-12 (Actividades de Difusión no. 406).

100. VESTERGAARD, M.; OKSBERG, N.; HENCKEL, P.; 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, Longissimus dorsi and supraspinatus muscle of young bulls. *Meat Science*. 54: 177–185.
101. WHEELER, T.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. 2002. Technical note; sampling methodology for relating sarcomere length, collagen concentration, and the extent of postmortem proteolysis to beef and pork longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*. 80: 982–987.
102. WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.; NUTE, G.; FISHER, A.; CAMPO, M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.; ENSER, M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality; a review. *Meat Science*. 66: 21-32.
103. YOUNG, O.A.; PRIOLO, A.; SIMMONS, N.J.; WEST, J. 1999. Effects of rigor attainment temperature on meat blooming and colour on display. *Meat Science*. 52: 47-56.
104. ZANONIANI, R.A.; DUCAMP, F; BRUNI, M.A. 2000. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. (En línea). Montevideo, s.e. Consultado 5 abr. 2007. Disponible en <http://www.planagro.com.uy>

## 9. ANEXOS

### Anexo 1: Temperaturas mínimas, máximas y precipitaciones promedio mensuales para el período experimental

Mes	Mínima	Máxima	Lluvia (mm)
junio	9,2	17,9	205,7
Julio	10,7	19,9	51,0
Agosto	7,0	17,1	50,2
Setiembre	8,1	20,6	35,6
Octubre			25,0

### Anexo 2: Peso vivo vacío por animal según fecha y tratamiento

N° caravana	Tratamiento	Días corral	PV 27/06	PV 18/07	PV 04/08	PV 29/08	PV 18/09	PV 06/10	PV 19/10
5	1	120	373	371	408	452	460	507	511
12	1	120	313	337	348	411	412	442	440
15	1	120	328	376	405	461	477	508	503
16	1	120	348	350	400	453	477	509	502
24	1	120	358	367	398	467	459	489	503
26	1	120	362	372	412	472	468	512	512
29	1	120	351	361	401	455	491	490	501
34	1	120	379	385	425	479	495	534	545
37	1	120	371	381	439	492	512	541	549
39	1	120	356	361	400	458	468	509	510
44	1	120	385	389	432	484	516	557	551
47	1	120	346	355	392	445	459	478	494
48	1	120	335	357	395	450	470	496	507
51	1	120	388	395	434	486	503	538	540
55	1	120	359	366	405	473	495	524	531
6	2	80	321	321	348	385	404	437	446
11	2	80	348	356	383	440	446	482	483
18	2	80	340	348	372	453	486	494	501
19	2	80	359	360	385	446	485	509	510
23	2	80	396	401	456	524	564	580	589
35	2	80	359	355	392	449	472	497	486

36	2	80	354	340	381	448	472	517	508
42	2	80	385	372	398	464	494	527	519
45	2	80	326	332	366	442	440	469	470
46	2	80	366	365	407	465	503	536	538
49	2	80	349	340	385	439	466	494	491
50	2	80	342	350	365	438	455	473	468
57	2	80	372	372	417	487	494	534	532
58	2	80	353	347	387	449	469	516	510
59	2	80	335	350	380	438	462	482	494
1	3	40	361	360	375	421	442	494	492
3	3	40	372	374	391	422	457	502	489
4	3	40	359	354	388	414	429	498	488
9	3	40	327	335	372	401	434	462	458
13	3	40	293	297	320	368	400	433	433
20	3	40	376	370	397	432	453	493	491
21	3	40	332	340	373	403	431	473	451
22	3	40	363	345	376	409	431	492	490
28	3	40	351	321	355	398	428	461	477
30	3	40	345	344	370	400	434	409	450
31	3	40	366	358	400	443	462	508	519
38	3	40	352	336	380	417	442	489	486
40	3	40	355	357	387	434	485	532	538
41	3	40	363	370	408	443	469	522	518
53	3	40	390	373	403	438	477	527	531
2	4	0	359	325	355	400	413	441	453
7	4	0	343	359	383	421	440	456	472
8	4	0	318	318	348	403	420	448	468
10	4	0	352	346	385	404	434	462	480
14	4	0	337	332	365	401	425	470	485
17	4	0	350	346	386	421	440	468	490
25	4	0	359	343	370	421	428	460	482
27	4	0	378	362	401	418	448	473	485
32	4	0	324	341	377	406	430	449	448
33	4	0	356	352	373	416	442	469	486
43	4	0	371	353	380	409	438	477	477
52	4	0	368	383	420	456	488	520	534
54	4	0	342	341	375	400	414	443	464
56	4	0	336	319	347	375	417	447	469
60	4	0	365	361	403	436	464	491	513

### **Anexo 3. Resumen estadístico de cada variable**

#### **Pasturas y consumo de forraje**

##### **Disponibilidad (kg/MS/há)**

Effect	NDF	DDF	F Value	Pr > F
PERIODO	2	24	9.10	0.0011
SEMANA	1	12	41.84	<.0001
PERIODO*SEMANA	2	24	16.22	<.0001

##### **Rechazo (kg/MS/há)**

Effect	NDF	DDF	F Value	Pr > F
PERIODO	2	24	9.38	0.0010
SEMANA	1	12	22.00	0.0005
PERIODO*SEMANA	2	24	6.72	0.0048

##### **Utilización (kg/MS/há)**

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	NDF	DDF	F Value	Pr > F
PERIODO	2	24	1.28	0.2955
SEMANA	1	12	8.28	0.0139
PERIODO*SEMANA	2	24	4.87	0.0168

##### **Consumo de materia seca en pastoreo (%PV)**

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	NDF	DDF	F Value	Pr > F
PERIODO	2	24	0.23	0.7953
SEMANA	1	12	9.63	0.0091
PERIODO*SEMANA	2	24	10.52	0.0005

### Consumo de materia seca total (%PV)

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	NDF	DDF	F Value	Pr > F
TRAT	3	156	0.36	0.7843
PERIODO	2	156	0.01	0.9907
TRAT*PERIODO	6	156	0.40	0.8768

### Eficiencia de conversión (kg alimento/kg ganancia)

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	NDF	DDF	F Value	Pr > F
TRAT	3	156	5.85	0.0008
PERIODO	2	156	79.15	<.0001
TRAT*PERIODO	6	156	20.98	<.0001

### Ganancia media diaria total (kg/día)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.90150150	0.22537537	8.30	<.0001
Error	55	1.49390902	0.02716198		
Corrected Total	59	2.39541051			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      GMD\_T Mean  
0.376345      11.65496      0.164809      1.414067

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	0.75331240	0.25110413	9.24	<.0001
PINIC	1	0.09490951	0.09490951	3.49	0.0669

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	0.5520562585 B	0.37728482	1.46	0.1491
TRAT 1	0.2473523206 B	0.06055174	4.08	0.0001
TRAT 2	0.2759828270 B	0.06027293	4.58	<.0001

TRAT	3	0.0966494936 B	0.06027293	1.60	0.1145
TRAT	4	0.0000000000 B	.	.	.
PINIC		0.0019990978	0.00106945	1.87	0.0669

**Ganancia media diaria corral (kg/día)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.96097460	0.32032487	3.96	0.0144
Error	41	3.31629070	0.08088514		
Corrected Total	44	4.27726530			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	GMD_C Mean
0.224670	19.10393	0.284403	1.488716

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	0.07501085	0.03750542	0.46	0.6322
PINIC	1	0.87527891	0.87527891	10.82	0.0021

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	-.9359876712 B	0.72221647	-1.30	0.2022
TRAT 1	0.0642673678 B	0.10404424	0.62	0.5402
TRAT 2	0.0985000000 B	0.10384934	0.95	0.3484
TRAT 3	0.0000000000 B	.	.	.
PINIC	0.0066827550	0.00203150	3.29	0.0021

**Ganancia media diaria pastoreo (kg/día)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1.30028554	0.43342851	9.26	<.0001
Error	41	1.91968283	0.04682153		
Corrected Total	44	3.21996837			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	GMD_P Mean
0.403819	19.49473	0.216383	1.109956

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	2	1.27211922	0.63605961	13.58	<.0001

PINIC	1	0.01382972	0.01382972	0.30	0.5897
-------	---	------------	------------	------	--------

### Variación de AOB total (cm<sup>2</sup>)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	727.233401	181.808350	6.58	0.0002
Error	55	1519.990857	27.636197		
Corrected Total	59	2247.224258			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	VARAOB_T Mean
0.323614	28.92310	5.257014	18.17583

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	43.0953432	14.3651144	0.52	0.6704
AOB27_6	1	660.5928759	660.5928759	23.90	<.0001

### Ph 24H

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.33306156	0.08326539	0.70	0.5935
Error	55	6.51755677	0.11850103		
Corrected Total	59	6.85061833			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Ph_24H Mean
0.048618	6.221763	0.344240	5.532833

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	0.33126991	0.11042330	0.93	0.4316
PINIC	1	0.00010989	0.00010989	0.00	0.9758

### L\*GR

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	741.041597	185.260399	2.20	0.0805
Error	55	4623.048236	84.055422		
Corrected Total	59	5364.089833			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      L\_GR Mean  
 0.138149      13.24849      9.168174      69.20167

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	705.4676320	235.1558773	2.80	0.0485
PINIC	1	23.5797635	23.5797635	0.28	0.5985

**A\*GR**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	423.914059	105.978515	3.30	0.0171
Error	55	1767.719274	32.140350		
Corrected Total	59	2191.633333			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      A\_GR Mean  
 0.193424      83.78196      5.669246      6.766667

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	413.9088925	137.9696308	4.29	0.0086
PINIC	1	3.1647256	3.1647256	0.10	0.7549

**B\*GR**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	227.9460522	56.9865130	6.75	0.0002
Error	55	464.0797811	8.4378142		
Corrected Total	59	692.0258333			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      B\_GR Mean  
 0.329390      17.12899      2.904792      16.95833

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	222.0273642	74.0091214	8.77	<.0001
PINIC	1	1.1415522	1.1415522	0.14	0.7144

**L\*M**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1100.63188	275.15797	1.64	0.1773

Error	55	9226.94545	167.76264
Corrected Total	59	10327.57733	

R-Square	Coeff Var	Root MSE	L_M Mean
0.106572	33.23381	12.95232	38.97333

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1095.500947	365.166982	2.18	0.1011
PINIC	1	11.059885	11.059885	0.07	0.7983

### TERNEZA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.67277830	0.41819458	1.41	0.2441
Error	55	16.35705503	0.29740100		
Corrected Total	59	18.02983333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TERNEZA Mean
0.092778	19.12372	0.545345	2.851667

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	0.56592327	0.18864109	0.63	0.5961
PINIC	1	0.97761163	0.97761163	3.29	0.0753

### Score Marbling

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.96953809	0.49238452	1.19	0.3274
Error	55	22.84296191	0.41532658		
Corrected Total	59	24.81250000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SC_MARB Mean
0.079377	19.09506	0.644458	3.375000

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1.39531446	0.46510482	1.12	0.3490
PINIC	1	0.42370475	0.42370475	1.02	0.3169

## AOB y GR medida a través de ultrasonografía

DIA	0			38		
FECHA	27-Jun-06			04-Ago-06		
Tratamiento	PV	AOB (cm2)	Grasa (mm)	PV	AOB (cm2)	Grasa (mm)
1	373	47,7	5	408	51,88	4,93
1	313	42,4	5	348	42,09	4,93
1	328	46,9	4	405	51,80	4,48
1	348	32,7	4	400	41,27	4,04
1	358	51,1	4	398	52,29	6,28
1	362	42,1	4	412	46,04	3,59
1	351	44,2	3	401	44,16	4,93
1	379	46,5	3	425	51,05	6,73
1	371	56,3	4	439	59,32	4,93
1	356	52	5	400	49,60	7,62
1	385	38,7	4	432	41,00	4,93
1	346	39,6	3	392	42,52	3,60
1	335	45,5	4	395	51,90	6,28
1	388	56,9	4	434	62,57	5,38
1	359	44,6	4	405	56,01	6,73
2	321	50,6	5	348	41,46	4,95
2	348	48,3	5	383	48,03	6,31
2	340	48,6	5	372	48,04	6,31
2	359	47,5	4	385	54,28	5,86
2	396	51,3	4	456	52,48	6,31
2	359	46,7	4	392	50,93	3,60
2	354	49,7	5	381	49,07	6,31
2	385	47,7	5	398	52,10	6,31
2	326	40,4	3	366	52,12	4,05
2	366	39,2	3	407	42,13	5,41
2	349	41,3	4	385	43,26	5,86
2	342	38,3	5	365	44,18	5,41
2	372	53,7	6	417	53,02	7,21
2	353	40,4	5	387	46,40	5,41
2	335	36,9	4	380	44,12	3,60
3	361	37,1	3	375	46,01	5,41
3	372	43,9	4	391	43,56	4,50
3	359	43,1	5	388	44,30	5,41
3	327	54,7	5	372	54,14	4,50

3	293	45	4	320	45,59	4,50
3	376	46,8	5	397	48,87	5,41
3	332	59,6	4	373	59,14	5,86
3	363	50,6	4	376	53,23	4,05
3	351	45,3	5	355	44,99	3,15
3	345	46,5	4	370	52,14	4,95
3	366	53,2	3	400	53,11	4,05
3	352	48,3	3	380	57,28	5,41
3	355	41,1	4	387	45,70	4,95
3	363	44,1	5	408	46,70	7,21
3	390	43,9	4	403	46,49	5,41
4	359	40	4	355	42,87	3,60
4	343	44,5	4	383	57,26	4,95
4	318	55,9	5	348	58,3	5,0
4	352	47,5	6	385	51,0	5,9
4	337	44,9	5	365	50,1	6,3
4	350	36,8	4	386	51,5	3,6
4	359	48,2	5	370	53,6	6,3
4	378	45,3	5	401	52,5	6,3
4	324	27,9	3	377	34,6	5,0
4	356	45	5	373	49,2	6,3
4	371	54	4	380	52,4	3,6
4	368	50,4	4	420	54,0	5,4
4	342	45,2	5	375	45,8	7,7
4	336	37,4	3	347	41,8	4,1
4	365	46,3	6	403	47,2	5,9
<b>Media gral</b>	353,7	45,7	4,3	388,0	49,14	5,28
<b>Media trat.1</b>	356,8	45,8	4,0	406,3	49,57	5,29
<b>Media trat.2</b>	353,7	45,4	4,5	388,1	48,11	5,53

DIA	83			114		
FECHA	18-Set-06			19-Oct-06		
Tratamiento	PV	AOB (cm2)	Grasa (mm)	PV	AOB (cm2)	Grasa (mm)
1	460	55,00	10,31	511	61,9	8,1
1	412	53,66	9,42	440	53,8	10,4
1	477	61,17	9,87	503	76,1	12,2
1	477	50,24	6,28	502	58,1	7,2
1	459	63,32	8,07	503	69,1	9,5

1	468	62,41	4,93	512	64,2	6,3
1	491	52,64	6,73	501	62,6	7,2
1	495	55,04	10,31	545	67,6	9,9
1	512	68,38	8,97	549	75,4	10,4
1	468	54,62	10,76	510	69,6	13,5
1	516	50,37	8,07	551	59,3	11,3
1	459	43,83	6,28	494	53,2	6,8
1	470	58,70	9,87	507	65,6	10,4
1	503	63,76	8,52	540	71,5	10,4
1	495	68,25	10,76	531	71,0	14,0
2	404	44,82	4,93	446	54,2	6,8
2	446	59,23	8,52	483	70,5	8,6
2	486	53,35	9,87	501	58,9	11,3
2	485	60,60	8,07	510	70,9	8,1
2	564	61,64	6,73	589	64,6	7,7
2	472	54,57	5,83	486	61,5	6,3
2	472	54,56	8,97	508	73,6	10,8
2	494	57,64	8,97	519	63,6	11,7
2	440	57,58	7,17	470	60,8	6,8
2	503	53,67	8,07	538	61,8	11,3
2	466	53,38	9,87	491	56,5	13,1
2	455	54,53	7,62	468	62,6	11,3
2	494	57,15	14,35	532	64,9	14,9
2	469	58,78	11,66	510	67,4	13,1
2	462	52,96	5,38	494	62,7	9,9
3	442	53,01	8,07	492	64,6	10,4
3	457	53,76	8,52	489	62,1	6,8
3	429	52,75	8,52	488	53,1	9,9
3	434	58,83	8,07	458	65,7	8,1
3	400	50,63	5,83	433	55,6	7,7
3	453	51,37	8,52	491	58,0	9,9
3	431	61,06	8,52	451	63,3	8,6
3	431	58,65	8,97	490	70,4	9,0
3	428	55,32	5,83	477	58,9	9,5
3	434	62,38	5,83	450	66,1	7,7
3	462	59,19	6,28	519	65,4	7,2
3	442	61,46	7,62	486	76,3	8,1
3	485	56,02	9,87	538	67,7	12,6
3	469	50,61	10,76	518	60,7	12,2
3	477	55,39	9,87	531	63,0	13,5

4	413	48,22	6,28	453	57,9	9,9
4	440	60,54	5,38	472	62,1	8,6
4	420	53,6	11,2	468	68,2	10,8
4	434	58,0	7,2	480	64,8	11,7
4	425	50,2	7,6	485	60,4	10,4
4	440	48,9	7,6	490	55,3	8,1
4	428	62,5	7,6	482	66,1	9,9
4	448	56,3	9,9	485	64,8	9,0
4	430	43,1	9,4	448	64,4	9,5
4	442	57,4	7,6	486	64,9	8,6
4	438	60,1	3,6	477	64,4	5,9
4	488	59,9	6,7	534	72,5	8,6
4	414	48,9	14,8	464	61,2	15,3
4	417	49,0	4,5	469	52,7	6,3
4	464	53,7	9,4	513	66,6	12,2
<b>Media gral</b>	474,1	55,63	8,40	503,00	63,65	10,09
<b>Media trat.3</b>	444,9	56,03	8,07	487,40	63,40	9,40
<b>Media trat.4</b>	436,1	54,03	7,92	480,40	63,09	9,64
<b>Media a corral</b>	475,80	56,53	8,51	508,13	64,45	9,95
<b>Media a campo</b>	440,50	55,03	8,00	483,90	63,24	9,64

### Ph, color, terneza y marbling

Animal	pH	grasa/dent	Color músculo			Color grasa		
			L	a	b	L	a	b
<b>corr 335</b>	5,4	10	39,5	24,9	13,9	70,3	3,8	14,1
<b>trat 1</b>	AJ2	2	41,3	27,1	15,5			
<b>caravana 15</b>	SM		38,8	22,5	22,5			
			<b>39,9</b>	<b>24,8</b>	<b>17,3</b>			
<b>337</b>	5,42	9	40,6	21,7	13,7	70,5	5,4	13,4
<b>1</b>	AA2		40,3	21,1	13,2			
<b>12</b>	TR		39,5	21,6	12,7			
			<b>40,1</b>	<b>21,5</b>	<b>13,2</b>			
<b>340</b>	5,62	5	38,2	21,5	12,7	69	5,1	14,6
<b>1</b>	AJ2	4	40,2	20,5	13,3			
<b>47</b>	SM		39,4	20	13,1			
			<b>39,3</b>	<b>20,7</b>	<b>13,0</b>			
<b>341</b>	5,53	10	37,6	21,5	12,4	69,1	5,2	15
<b>1</b>	A6-2	6	39,1	25,7	14,6			
<b>29</b>	TR		39,3	23,5	13,9			

			<b>38,7</b>	<b>23,6</b>	<b>13,6</b>			
<b>343</b>	5,4	12	37,5	22,4	12,1	71,9	3,8	14,5
<b>1</b>	AJ2	4	35,9	27,0	14,9			
<b>55</b>	SL 50		36,6	22,6	12,1			
			<b>36,7</b>	<b>24,0</b>	<b>13,0</b>			
<b>346</b>	5,4	5	39,1	22,6	13,4	70,4	4,4	14
<b>1</b>	AJ2	4	40,4	24,3	14,0			
<b>26</b>	SL		40,3	19,3	12,9			
			<b>39,9</b>	<b>22,1</b>	<b>13,4</b>			
<b>347</b>	5,43	9	39,8	20,7	12,3	69,7	4,3	15,3
<b>1</b>	AJ2	4	39,1	18,6	11,9			
<b>44</b>	SL 50		38,0	19,0	11,6			
			<b>39,0</b>	<b>19,4</b>	<b>11,9</b>			
<b>349</b>	5,5	10	40,6	19,4	13,0	70,9	4,9	13,2
<b>1</b>	AJ2		38,1	23,5	13,2			
<b>16</b>	SL 50		38,9	20,4	13,2			
			<b>39,2</b>	<b>21,1</b>	<b>13,1</b>			
<b>353</b>	5,5	14	37,6	18,7	12,0	74,9	3,9	14,3
<b>1</b>	A2	8	36,8	20,2	11,7			
<b>51</b>	SL 50		38,0	20,7	12,3			
			<b>37,5</b>	<b>19,9</b>	<b>12,0</b>			
<b>357</b>	5,54	9	39,1	23,1	13,2	69,2	4,7	15,4
<b>1</b>	AJ2	4	4102,0	23,4	14,4			
<b>39</b>	SM		39,0	21,3	13,7			
			<b>1393,4</b>	<b>22,6</b>	<b>13,8</b>			
<b>358</b>	5,53	10	38,9	20,4	12,5	71,8	2,9	13
<b>1</b>	AJ2	4	38,1	20,6	12,6			
<b>48</b>	SM		38,2	19,3	12,4			
			<b>38,4</b>	<b>20,1</b>	<b>12,5</b>			
<b>359</b>	5,54	9	37,9	21,2	12,0	70	5,3	16,1
<b>1</b>	A6-2	6	39,2	25,3	13,9			
<b>5</b>	SM		40,4	21,6	14,3			
			<b>39,2</b>	<b>22,7</b>	<b>13,4</b>			
<b>360</b>	5,54	5	39,4	21,4	13,2	69,2	4,1	13
<b>1</b>	AJ2	4	38,7	22,4	13,1			
<b>37</b>	SM		37,8	22,6	12,8			
			<b>38,6</b>	<b>22,1</b>	<b>13,0</b>			
<b>363</b>	5,5	12	38,7	23,8	13,4	72,3	3,9	13,6
<b>1</b>	AJ2	4	42,8	21,0	13,7			
<b>34</b>	SM		39,8	24,0	13,9			
			<b>40,4</b>	<b>22,9</b>	<b>13,7</b>			
<b>364</b>	5,45	8	37,4	20,7	12,1	73,3	4,3	15,1
<b>1</b>	AJ2	4	38,4	22,3	12,7			

24	SM		40,8	21,9	13,9			
			<b>38,9</b>	<b>21,6</b>	<b>12,9</b>			
336	5,41	12	40	19,1	13,8	71	5,4	15,2
2	AJ2	2	40,1	22	14,8			
11	SL 50		39,8	20,4	12,8			
			<b>40,0</b>	<b>20,5</b>	<b>13,8</b>			
338	5,46	6	40,6	19,7	13,6	71,3	4,9	15,1
2	AJ2	2	40,5	18,4	13,5			
6	SL		39,5	16,1	11,5			
			<b>40,2</b>	<b>18,1</b>	<b>12,9</b>			
339	5,52	12	40,2	20,4	13,4	73,9	4,2	14,5
2	AJ2	4	40,1	20,6	13,6			
42	SM		40,1	20,5	13,6			
			<b>40,1</b>	<b>20,5</b>	<b>13,5</b>			
342	5,45	7	39,1	19,5	12,1	69,6	5,2	15,4
2	A 6-2	6	38,6	23,9	13,3			
45	SL 50		39,4	23,1	13,2			
			<b>39,0</b>	<b>22,2</b>	<b>12,9</b>			
344	5,42	14	38,1	20,2	12,1	70,2	5,9	17,8
2	AJ2	4	40,3	22,1	13,5			
59	SL		39,5	20,0	12,7			
			<b>39,3</b>	<b>20,8</b>	<b>12,8</b>			
345	5,42	11	37,4	17,7	11,6	73,1	3,9	16
2	AJ2	4	38,7	20,6	12,6			
36	SL		38,8	21,2	12,7			
			<b>38,3</b>	<b>19,8</b>	<b>12,3</b>			
348	5,44	9	38,6	23,6	13,1	66,5	7,7	17,6
2	AJ2	4	38,0	25,8	13,6			
18	SL		37,4	19,5	11,7			
			<b>38,0</b>	<b>23,0</b>	<b>12,8</b>			
350	5,6	9	38,2	17,7	11,7	75,2	4,8	14,9
2	AJ2		40,5	21,0	13,5			
49	SM 50		314,0	20,5	13,2			
			<b>130,9</b>	<b>19,7</b>	<b>12,8</b>			
351	5,45	8	40,0	18,1	13,1	73,7	3,9	15,4
2	AJ2	4	40,2	19,3	12,6			
46	SL		39,0	18,2	12,1			
			<b>39,7</b>	<b>18,5</b>	<b>12,6</b>			
352	5,44	10	40,4	20,3	13,3	69,9	4,9	16,7
2	AJ2	4	37,8	20,0	10,9			
19	SM		38,1	19,3	11,9			
			<b>38,8</b>	<b>19,9</b>	<b>12,0</b>			
354	5,4	8	38,5	21,5	13,1	71,1	4	15,5

2	AJ2	4	40,3	26,7	14,9			
50	SL		39,9	23,5	13,8			
			<b>39,6</b>	<b>23,9</b>	<b>13,9</b>			
355	5,57	10	36,8	20,6	11,8	72,1	4,8	16,3
2	AJ2	4	35,8	18,8	10,9			
57	SL 50		35,8	18,6	10,8			
			<b>36,1</b>	<b>19,3</b>	<b>11,2</b>			
356	5,5	12	40,8	27,0	15,5	68	5,3	16,5
2	A6-2	6	40,2	22,4	14,4			
23	SL 50		40,0	20,9	13,1			
			<b>40,3</b>	<b>23,4</b>	<b>14,3</b>			
361	5,52	5	39,9	21,5	12,9	69,9	4,4	16,6
2	A6-2	6	38,2	20,0	12,2			
35	TR 50		39,3	21,6	12,9			
			<b>39,1</b>	<b>21,0</b>	<b>12,7</b>			
362	5,45	19	40,8	22,2	14,0	73,1	5,3	14,8
2	A6-2	6	40,4	21,6	13,7			
58	SM		42,3	22,0	14,2			
			<b>41,2</b>	<b>21,9</b>	<b>14,0</b>			
Correlativo			Color musculo			Color grasa		
	pH	grasa/dent	L	a	b	L	a	b
304	5,33	18	38,5	20,8	11,6	62,1	11,9	14,6
3	AJ 2	2	39,0	20,0	11,9			
9	TR 50		39,4	19,4	12,0			
			<b>39,0</b>	<b>20,1</b>	<b>11,8</b>			
305	5,42	10	40,3	19,3	11,8	68,6	6,4	18,3
3	AJ 2	2	38,8	22,2	12,3			
13	SL 50		39,8	20,5	12,4			
			<b>39,6</b>	<b>20,7</b>	<b>12,2</b>			
308	5,38	18	37,7	22,4	12,1	72,2	6,5	18,9
3	A6 2	6	37,4	23,7	11,9			
1	SL 00		37,9	20,8	12,6			
			<b>37,7</b>	<b>22,3</b>	<b>12,2</b>			
311	5,41	27	36,0	22,1	11,3	70	4,6	19,3
3	AJ 2	4	35,8	22,6	11,2			
38	SL 50		36,1	22,5	11,4			
			<b>36,0</b>	<b>22,4</b>	<b>11,3</b>			
314	5,43	23	39,1	26,4	14,0	69	7,6	17,7
3	AJ 2	4	38,5	25,7	13,8			
22	SL 50		39,4	26,9	14,5			
			<b>39,0</b>	<b>26,3</b>	<b>14,1</b>			
315	5,76	11	42,4	19,8	13,5	73,4	6,8	19
3	AJ 2	4	40,1	20,4	12,5			

30	TR 00		37,1	18,3	10,8			
			<b>39,9</b>	<b>19,5</b>	<b>12,3</b>			
319	5,49	22	35,7	19,9	10,2	74,3	4,9	19
3	A6 2	6	35,8	19,8	10,3			
20	SL 50		36,8	19,3	10,1			
			<b>36,1</b>	<b>19,7</b>	<b>10,2</b>			
321	5,46	14	38,8	19,5	11,8	73,9	5	16,4
3	A6 2	6	39,5	19,7	12,1			
3	SL 50		38,7	18,2	11,6			
			<b>39,0</b>	<b>19,1</b>	<b>11,8</b>			
322	5,74	11	38,3	16,7	10,7	75,6	5,6	19,9
3	A6 2	6	35,8	18,9	10,0			
21	SL 50		37,3	19,0	11,0			
			<b>37,1</b>	<b>18,2</b>	<b>10,6</b>			
324	5,33	20	38,6	22,8	12,7	68,1	6,1	16,7
3	AJ 2	4	37,5	23,4	12,5			
28	SL 50		37,5	20,0	11,7			
			<b>37,9</b>	<b>22,1</b>	<b>12,3</b>			
326	5,43	14	38,0	20,7	11,9	75,8	5,4	19
3	AJ 2	4	37,4	18,6	10,9			
31	TR 50		37,0	21,4	11,8			
			<b>37,5</b>	<b>20,2</b>	<b>11,5</b>			
327	5,87	23	39,6	19,2	12,1	72,8	6,4	19,9
3	AJ 2	4	37,9	18,8	11,7			
41	SL 50		38,3	20,4	12,3			
			<b>38,6</b>	<b>19,5</b>	<b>12,0</b>			
328	5,43	13	39,9	20,6	13,1	67,2	8,9	12,3
3	A6 2	6	39,2	21,5	12,7			
52	TR 50		38,8	21,1	12,6			
			<b>39,3</b>	<b>21,1</b>	<b>12,8</b>			
330	5,53	20	41,4	24,4	14,4	71,7	8,1	21,6
3	A6 2		40,1	29,1	15,4			
40	SL 50		37,3	24,9	14,0			
			<b>39,6</b>	<b>26,1</b>	<b>14,6</b>			
331	5,68	20	37,2	22,0	11,8	73,4	6,4	21
3	AJ 2	4	37,8	21,2	11,8			
4	SL 50		38,2	21,9	12,0			
			<b>37,7</b>	<b>21,7</b>	<b>11,9</b>			
302	5,42	15	39,1	21,9	12,5	69,7	6,2	20
4	AJ 2	2	40,1	22,3	14,0			
58	TR 50		39,9	22,9	13,3			
			<b>39,7</b>	<b>22,4</b>	<b>13,3</b>			
303	5,38	20	37,1	22,9	11,5	71,5	7	19,4

4	AJ 2	2	37,6	21,8	11,6			
8	SL 50		37,1	21,6	11,7			
			<b>37,3</b>	<b>22,1</b>	<b>11,6</b>			
306	5,3	23	39,0	21,2	12,5	69,3	4,1	18,1
4	AJ 2	2	39,2	24,2	13,4			
7	SM 00		37,9	20,8	12,2			
			<b>38,7</b>	<b>22,1</b>	<b>12,7</b>			
307	5,36	16	40,3	25,4	14,5	69,5	6,6	20,2
4	AJ 2	2	41,3	26,9	15,1			
10	SL 50		41,6	28,7	16,0			
			<b>41,1</b>	<b>27,0</b>	<b>15,2</b>			
309	5,37	12	37,0	18,8	10,6	73	7,7	21,2
4	AJ 2	4	39,3	22,8	13,5			
56	SL 50		38,5	23,7	12,3			
			<b>38,3</b>	<b>21,8</b>	<b>12,1</b>			
310	5,44	22	39,6	20,2	12,7	70,3	8	22
4			39,1	19,9	12,4			
27	SM 00		39,3	20,1	12,3			
			<b>39,3</b>	<b>20,1</b>	<b>12,5</b>			
312	5,47	17	38,2	19,3	10,9	73,8	7,7	2,4
4	A6 2	6	37,5	20,3	11,3			
2	SL 50		37,6	18,1	10,3			
			<b>37,8</b>	<b>19,2</b>	<b>10,8</b>			
313	5,4	15	39,4	19,5	9,9	71,6	8,6	18,9
4	AJ 2	4	34,8	23,1	9,6			
54	SM 00		34,4	20,3	8,4			
			<b>36,2</b>	<b>21,0</b>	<b>9,3</b>			
316	5,5	28	36,1	25,1	11,8	70,9	6	18
4	A 2	8	34,3	17,6	9,5			
25	TR 50		36,5	24,8	12,3			
			<b>35,6</b>	<b>22,5</b>	<b>11,2</b>			
317	5,46	25	37,2	20,7	11,0	69,7	7,4	20,7
4	A 2	8	35,4	20,1	10,1			
35	SL 50		39,4	19,3	11,8			
			<b>37,3</b>	<b>20,0</b>	<b>11,0</b>			
318	5,45	20	39,4	17,5	11,5	67,6	7,1	23,2
4	AJ 2	4	36,6	19,9	11,0			
32	SL 50		36,9	18,9	10,2			
			<b>37,6</b>	<b>18,8</b>	<b>10,9</b>			
320	5,48	20	36,8	21,8	11,4	71,7	6,5	20
4	AJ 2	4	36,1	23,9	11,8			
53	SL 50		35,6	19,4	9,2			
			<b>36,2</b>	<b>21,7</b>	<b>10,8</b>			

<b>323</b>	5,46	13	36,4	20,3	10,8	68,2	6,8	23
<b>4</b>	AJ 2	4	35,7	19,7	10,0			
<b>43</b>	TR 00		36,2	14,3	11,7			
			<b>36,1</b>	<b>18,1</b>	<b>10,8</b>			
<b>325</b>	5,39	25	37,6	22,7	12,1	68,6	6,7	18,8
<b>4</b>	AJ 2	4	37,9	20,4	11,7			
<b>60</b>	SM 00		38,7	22,5	12,4			
			<b>38,1</b>	<b>21,9</b>	<b>12,1</b>			
<b>329</b>	5,41	38,9	21,7	21,7	13,3	69,1	6,4	21,4
<b>4</b>	A6 2	38,4	22,5	22,5	12,6			
<b>17</b>	SM 00	37,5	19,1	19,1	11,4			
			<b>21,1</b>	<b>21,1</b>	<b>12,4</b>			