

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DEL MANEJO NUTRICIONAL POST-DESTETE Y DURANTE EL
PERIODO DE TERMINACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE
CRECIMIENTO Y ATRIBUTOS DE LA CANAL Y CARNE EN NOVILLOS DE LA
RAZA HEREFORD

por

Juan Antonio PASTORINI
Francisco PELFORT
Gustavo Ariel POLAK

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2011

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. MSc. Ph. D. Fernando Baldi

Ing. Agr. MSc. Ph. D. Virginia Beretta

D. M. V. MSc. Juan Franco

Fecha: -----
14 de Julio de 2011

Autor: -----
Juan Antonio Pastorini

Francisco Pelfort

Gustavo Ariel Polak

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer el apoyo y el permanente estímulo que hemos recibido de familiares y amigos a lo largo de nuestra carrera formativa.

A nuestro director de tesis Ing. Agr. Fernando Baldi por la guía y apoyo en cada una de las etapas de nuestro trabajo.

A la D. M. V. Georgget Banchemo y al Téc. Agr. Eduardo Pérez por el respaldo y disposición durante el trabajo de campo. A su vez queremos agradecer a todo el personal de campo de la sección de Producción Intensiva de Carne del INIA “La Estanzuela” José Pérez, Juan Soulier, Juan Hernández y Juan Uzuca.

Un especial agradecimiento a los Téc. Agr. Julio Caserta y Gastón Curbelo y a los estudiantes de la Escuela Agraria “La Carolina” Germán Waller, Gustavo Bonilla y Fredy Schroder por la buena disposición y permanente colaboración en las tareas de campo y recolección de datos.

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>	6
2.1 INTRODUCCIÓN.....	6
2.2 PERFORMANCE ANIMAL.....	8
2.2.1 <u>Alimentación durante el primer invierno de vida</u>	8
2.2.2 <u>Alimentación durante la fase de terminación</u>	12
2.2.3 <u>Interacción entre la tasa de ganancia en el primer</u> <u>invierno de vida y el desempeño durante la terminación</u>	13
2.2.4 <u>Crecimiento y consumo durante la terminación</u> <u>luego de un período de restricción alimenticia</u>	16
2.3 EFECTO DEL NIVEL NUTRICIONAL DURANTE LA RECRÍA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CARACASA Y TAMAÑO DE LOS ANIMALES.....	20
2.3.1 <u>Deposición y tipo de grasa</u>	20
2.3.2 <u>Área del ojo del bife</u>	23
2.3.3 <u>Altura de anca</u>	24
2.4 HIPÓTESIS.....	26
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	27
3.1 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO.....	27
3.1.1 <u>Ubicación y período experimental</u>	27
3.2 RECRÍA.....	28
3.2.1 <u>Recría en corrales</u>	28
3.2.2 <u>Recría en pasturas</u>	29
3.3 TERMINACIÓN.....	30

3.3.1 <u>Terminación a corral</u>	32
3.3.1.1 Acostumbramiento.....	32
3.3.1.2 Rutina diaria.....	33
3.3.1.3 Alimento.....	34
3.3.1.4 Muestreo del alimento.....	35
3.3.1.5 Instalaciones.....	35
3.3.2 <u>Terminación a pastura</u>	39
3.3.2.1 Rutina semanal y diaria.....	39
3.3.2.2 Alimento.....	42
3.3.2.3 Muestreo y análisis de calidad del alimento.....	43
3.3.2.4 Instalaciones.....	44
3.4 MEDICIONES GENERALES.....	45
3.4.1 <u>Determinaciones de peso vivo</u>	45
3.4.2 <u>Determinación de altura de anca</u>	45
3.4.3 <u>Mediciones de la canal pre-faena</u>	46
3.4.3.1 Mediciones de ultrasonografía.....	46
3.4.4 <u>Mediciones de la canal post-faena</u>	47
3.4.4.1 Características de la canal y carne.....	47
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	48
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	50
4.1 EVOLUCIÓN DE PESO.....	50
4.2 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN.....	54
4.3 ALTURA DE ANCA.....	61
4.4 EVOLUCIÓN DEL ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA.....	63
4.5 EVOLUCIÓN DEL ÁREA DEL OJO DEL BIFE.....	65
4.6 CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y LA CARNE MEDIDAS POST-FAENA.....	67
4.6.1 <u>Espesor de grasa subcutánea</u>	67
4.6.2 <u>Área del ojo del bife</u>	69

4.6.3 <u>Grasa intramuscular</u>	71
5. <u>CONCLUSIONES</u>	75
6. <u>RESUMEN</u>	77
7. <u>SUMMARY</u>	80
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	83
9. <u>ANEXOS</u>	91

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Análisis de composición química y nutricional del fardo de moha, y concentrado del tratamiento CA y CB (Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela).....	29
2. Ganancia diaria de peso (Gmd) por estación y peso vivo al inicio de la terminación según tratamiento.....	30
3. Diferentes combinaciones entre los tratamientos de la fase I (recría) y la fase II (terminación).....	32
4. Composición química y nutricional promedio del concentrado y fardo para el período de evaluación (Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela).....	35
5. Secuencia de pasturas utilizadas durante la terminación.....	42
6. Composición química y nutricional de las pasturas en distintos momentos del período de engorde. Muestreo convencional a ras del suelo.....	43
7. Composición química y nutricional de las pasturas en distintos momentos del período de engorde. <i>Hand clipping</i>	44
8. Ganancia diaria de peso ajustada (kg/día) durante el período de terminación según tratamiento.....	52
9. Consumo relativo de materia seca como porcentaje del peso vivo (PV%) y eficiencia de conversión (kg MS/kg PV) durante la terminación a corral según manejo durante su recría.....	54
10. Consumo de materia seca (CMS) durante la recría, terminación y total (kg MS) y eficiencia de conversión (EC; Kg MS/Kg PV) en la terminación y global (recría+terminación) según tratamiento durante la recría.....	60
11. Altura de los animales al final del período de terminación según tratamiento.....	62
12. Espesor de grasa subcutánea (EGS), área del ojo del bife (AOB)	

y marmoreo al final del período de terminación según tratamiento.....	67
---	----

Figura No.

1. Curva de Crecimiento (adaptado de Owens et al., 1993).....	10
2. Simulación de la curva de crecimiento de animales en engorde bajo dos sistemas de manejo (Simeone y Beretta, 2006).....	12
3. Plano de ubicación física del experimento.....	27
4. Comederos de plástico y hormigón (izquierda) y bebederos de chapa (derecha).....	36
5. Instalaciones del tratamiento TC1.....	37
6. Instalaciones del tratamiento TC2.....	37
7. Esquema de los corrales utilizados en el tratamiento TC1.....	38
8. Esquema de los corrales utilizados en el tratamiento TC2.....	38
9. Muestreo de la pastura utilizando el rectángulo y la tijera de aro.....	40
10. Aplicación de antiespumante en pastura de alfalfa.....	42
11. Franja actual y futura delimitada por doble hilo.....	44
12. Animales en corrales de espera previo a la pesada (izquierda). Medición de altura de anca (derecha).....	46
13. Mediciones de ultrasonografía: EGS (izquierda) y AOB y Marmoreo (derecha).....	47
14. Tipificación de la canal según clasificación USDA (EEUU. USDA. Agricultural Marketing Service, 1997).....	48
15. Evolución del peso vivo ajustado según tratamiento.....	51
16. Relación entre la ganancia diaria de peso durante el primer invierno (kg/día) y la eficiencia de conversión (EC: kg MS/kg PV) en la terminación en confinamiento.....	56
17. Relación entre la eficiencia de conversión durante la recría (kg MS/kg PV) y la eficiencia de conversión en la terminación (kg MS/kg PV).....	57

18. Relación entre el peso vivo al inicio de la terminación y la eficiencia de conversión (kg MS/kg PV) durante la terminación a corral.....	59
19. Evolución de las medias ajustadas para deposición de grasa subcutánea según tratamiento.....	64
20. Evolución de las medias ajustadas para el AOB según tratamiento.....	66

1. INTRODUCCIÓN

En el Uruguay, la recría de animales para el engorde se caracteriza por presentar como fuente principal de alimento al campo natural y en menor medida a las pasturas mejoradas. Esto conlleva a que durante el primer invierno de vida de los terneros, inmediatamente después del destete en pariciones de primavera, los animales obtengan bajas ganancias o mantengan peso, disminuyendo la eficiencia de todo el sistema de producción de carne. La lenta adopción de la tecnología por parte de los productores y la rápida expansión agrícola han sido las principales causas de la ineficiencia en los sistemas netamente ganaderos.

Al mismo tiempo, los elevados precios de los granos industriales, principalmente la soja, han significado una demanda creciente por el recurso tierra, y han provocado que los suelos de mayor productividad sean destinados a la agricultura y los más marginales a la ganadería, especialmente para la cría y recría. De ahí es que un manejo más intenso de la recría, ya sea a través del uso de concentrados en los sistemas de encierre de terneros o del uso de pasturas mejoradas como por ejemplo, verdeos y praderas, determina una reducción del espacio dedicado a esta categoría y permite liberar área para otras actividades agropecuarias. En síntesis, una recría más eficiente permite mejorar la eficiencia global del sistema.

A pesar de la competencia por la tierra entre la ganadería y la agricultura, los productores deben tomar a esta última como un complemento de la actividad ganadera y no como una competencia o amenaza. Esto se justifica ya que la adopción de nuevas prácticas de conservación de suelos impone la incorporación del cultivo de sorgo o maíz dentro de la rotación agrícola y esto debe verse, por parte de los productores ganaderos, como algo

beneficioso una vez que es una oportunidad de incorporar granos en la recría de los animales.

En sistemas donde se adoptan paquetes tecnológicos es posible obtener un nivel de ganancia de peso en los animales aceptable. Según Simeone y Beretta (2006), los resultados nacionales han sido consistentes en demostrar que es posible mantener un nivel de ganancia en torno a 250 gramos/día en terneros cuando se suplementan con concentrados energético-proteico a un nivel de 0,5 a 1% del peso vivo, cuando los mismos son manejados sobre campo natural durante el invierno. El hecho de criar los animales en forma más eficiente determina claramente una reducción en la edad de entore o faena y por tanto, aumentos en la eficiencia global de producción, que se reflejan en el mediano plazo en un mejor resultado económico del sistema. Es importante considerar que restricciones severas en esta etapa, causan efectos difíciles de revertir, afectando el comportamiento reproductivo y/o productivo de los animales durante toda su vida (Brito et al., 2005).

Brito et al. (2005) sostienen que las necesidades económico-financieras hacen que las categorías de terminación tengan prioridad sobre la recría. Esto lleva a que en la mayoría de los predios ganaderos de nuestro país, la recría de machos y hembras sea postergada en los programas de alimentación. Los momentos críticos de la recría son el primer y segundo invierno, ya que las condiciones climáticas y la cantidad y/o calidad de las pasturas del campo natural no permiten aprovechar dicho período de crecimiento, impidiendo de esta manera el cumplimiento de los objetivos.

Si bien la suplementación con concentrados ha demostrado ser efectiva en la alimentación de terneros de destete durante el invierno, su aplicación no

se ha transformado en una práctica generalizada en sistemas de engorde, probablemente debido a que la mayor atención a nivel del gerenciamiento de toda la invernada es puesta en los animales en terminación (estructuración de la política de embarques, evaluación permanente del grado de terminación, conformación de lotes, suplementación, etc., Simeone y Beretta, 2006).

Sin embargo, en los últimos años y como consecuencia de los elevados precios internacionales de la carne y la apertura de nuevos mercados, se ha provocado una intensificación de los sistemas de engorde de bovinos generando una diversificación en las opciones de producción. En esta realidad, es posible observar, en el Uruguay, procesos de engorde muy contrastantes desde los sistemas pastoriles tradicionales en base a pasturas naturales hasta los sistemas de engorde a corral con elevado uso de concentrados. Entre esos extremos, se desarrollan sistemas con distinto grado de intensificación, los cuales combinan distintas tecnologías. Esta heterogeneidad, ha determinado la producción de reses con diversas características de calidad de canal y carne, generando la necesidad de caracterizar las mismas debido a su impacto en los precios del producto y a las preferencias de los consumidores de los países destino de nuestras exportaciones (Vaz Martins et al., 2007).

Conjuntamente con esta situación, la industria frigorífica ha comenzado a demandar animales para faena con mayores requerimientos de mercado, por los cuales realiza un pago diferenciado a través de bonificaciones en el precio, como por ejemplo carcasas de mayor peso (superiores a 240 kg), mayor grado de terminación y/o marmoreo. Sin duda esta mayor exigencia de la industria obliga a realizar un uso más intensivo de los alimentos (concentrados energéticos y proteicos, voluminosos, etc.), tanto a través de la suplementación en pastoreo y/o como la inclusión del engorde a corral en la recría como en la etapa final o de terminación.

La práctica más comúnmente aceptada en los sistemas de invernada de Uruguay, es la de suplementar a los novillos en la fase de terminación y realizar un manejo de la alimentación de los terneros en base a pasturas exclusivamente. Sin embargo, esta decisión implica asignar un alimento “caro”, como son los granos de cereales (sorgo, maíz, cebada, etc.), a una categoría más “ineficiente” desde el punto de vista de la conversión del alimento en peso vivo, como lo es el novillo en terminación, el cual se encuentra en la fase de deposición de tejido graso (altos requerimientos para ganancia) y con un peso vivo elevado (altos requerimientos para mantenimiento). Bajo esta lógica, parecería razonable evaluar el impacto que tendría aumentar el peso relativo del concentrado en la dieta de las categorías de reposición (Simeone y Beretta, 2006).

En el Uruguay, la investigación entorno a la recría y engorde intensivo de ganado se ha centrado en recomendaciones estacionales de manejo nutricional, sobretodo para la etapa final, existiendo escasa información para la etapa de recría inmediato al destete y los posibles efectos residuales que pueden existir sobre la etapa final. En este sentido, el encierre de terneros a corral en la etapa inicial podría ser una alternativa interesante pero que ha sido poco explorada en el Uruguay (Simeone y Beretta, 2006). A nivel del sistema productivo, el encierre de terneros tiene varias implicancias, en primer lugar permite liberar área para otras categorías (animales en terminación) o para otras actividades (agricultura y lechería), acortar el ciclo de la invernada, permite obtener ganancias de peso moderadas en los terneros en épocas de forraje limitado, y a su vez como consecuencia, posiblemente la carga del sistema se incremente como resultado del mayor peso a lo largo de toda su vida en el caso de los animales encerrados durante su primer invierno. Por otro lado desde el punto de vista económico, permite realizar un menor gasto de concentrado y una conversión más eficiente del mismo en comparación con su

utilización en la etapa final. En este sentido, a partir de datos simulados Simeone y Beretta (2006), concluyeron que la inclusión del engorde a corral en la etapa inicial permitiría realizar un ahorro en la cantidad de suplemento en todo el proceso de recría y engorde.

El presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

- 1- Evaluar el efecto del manejo nutricional durante la recría sobre la ganancia de peso individual de bovinos terminados a pasto o en confinamiento.
- 2- Cuantificar el manejo durante la recría sobre la eficiencia de conversión de animales terminados en confinamiento.
- 3- Determinar el efecto de la nutrición post-destete y durante el período de terminación sobre las características de la res.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUCCIÓN

La rentabilidad de la actividad agrícola resulta ser significativamente mayor al resto de las actividades agropecuarias, por lo que comienza a observarse, en los sistemas con aptitud agro-ecológica de suelos para la implantación de cultivos, un proceso de creciente agriculturización (Simeone y Beretta, 2007). Esto coincide con lo planteado por Blasina (2008) que el hecho de que la ganadería esté siendo desplazada por la agricultura tiene relación directa con el valor de la renta. Según datos del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2009) el cultivo de mayor crecimiento en los últimos años es el cultivo de soja (multiplicó por 20 el área sembrada entre las zafras 2001/02 y 2008/09), sin embargo, cultivos como el trigo, el maíz y el sorgo han acompañado este comportamiento, quienes cuadruplicaron, duplicaron y triplicaron el área sembrada en igual período, respectivamente.

Como consecuencia directa de este proceso, se da una significativa reducción del área de pastoreo ganadero dedicada tradicionalmente al engorde de bovinos, la cual pasa a ocupar las áreas marginales desde el punto de vista de su potencial agrícola (Simeone y Beretta, 2007). Según Secco (2008), a pesar que los precios del ganado se duplicaron en el último quinquenio, la agricultura posee mayor capacidad para pagar rentas superiores. El autor plantea que la renta ganadera tradicional de 100-150 kg de carne/ha no puede compararse con la soja. Al mismo tiempo plantea que en el Uruguay sería posible obtener valores de 400-500 kg de carne/ha en una ganadería intensiva, la cual sería posible de lograr con los conocimientos y técnicas que existen a nivel nacional, siendo en este caso comparable con una agricultura de

avanzada. Al mismo tiempo Simeone y Beretta (2007), señalan que parecería lógico pensar en la necesidad de una reformulación de la actividad ganadera especializada en el engorde vacuno, de tal manera de interaccionar positivamente con el proceso de agriculturización de los sistemas de producción.

El uso de raciones y el encierre estratégico de novillos, vacas y vaquillonas son estrategias de manejo que la ganadería uruguaya viene experimentando desde ya hace unos años. La adopción de nuevas tecnologías evidencian un proceso de intensificación del sector ganadero acompañado de un cambio de mentalidad del productor. Por otro lado la industria frigorífica cada vez exige animales más pesados y con mejor grado de terminación y esto obliga a los productores a usar raciones y aplicar paquetes tecnológicos para mejorar la calidad del proceso de engorde o terminación.

Simeone y Beretta (2005), afirman que a nivel nacional la investigación ha caracterizado el proceso de recría y engorde de vacunos en sistemas pastoriles, existiendo otras alternativas de manejo, como la alimentación a corral, que no han sido exploradas por la investigación nacional con la misma intensidad. La implementación de un feed-lot a nivel productivo mejoraría la eficiencia biológica de producción de carne a pasto (ya que se removería una categoría muy ineficiente como son los novillos en terminación), independizaría en cierta forma a la alimentación del animal de la variabilidad inherente a la producción de forraje (facilitaría la planificación), podría potencialmente lograr un producto diferenciado y más homogéneo, y permitiría obtener una terminación más rápida de los animales, ya que al concentrar más la dieta en términos energéticos, se lograrían mayores ganancias (Simeone et al., 2008).

Otra alternativa que existe para mejorar la eficiencia biológica y productividad del proceso de recría y engorde es el encierre de los terneros en su primer invierno. La inclusión del engorde a corral en la etapa inicial puede repercutir sobre la tasa y padrón de deposición de tejidos del animal en el corto, mediano y largo plazo, y en consecuencia alterar el tipo de producto final (novillo para faena) que obtengamos, y este quizás sea el aspecto más importante a la hora de generar un producto de mayor valor. En este sentido, existe información a nivel internacional (Dicker et al. 2001, Robinson et al. 2001, Purchas et al. 2002) que describe el impacto de una mejora en el nivel nutricional y por ende en la ganancia de peso inmediato al destete y sus efectos sobre la performance animal, padrón de deposición de tejidos, eficiencia de conversión en la etapa final (terminación en base a pasturas o corral) y las características de la res y la carne.

2.2 PERFORMANCE ANIMAL

2.2.1 Alimentación durante el primer invierno de vida

La alimentación durante la etapa de recría puede generar efectos en la tasa de crecimiento de los animales que modifican la eficiencia física y económica del proceso productivo en las fases posteriores, tanto en el pastoreo como en el engorde a corral (Ceconi y Elizalde, 2008b).

En los sistemas de invernada de base pastoril, la suplementación en pastoreo durante la recría de terneros para carne, ha constituido una herramienta estratégica para alcanzar alto peso de terminación y/o acortar el ciclo de invernada, objetivos a tener en cuenta para incrementar la eficiencia (Ceconi et al., 2008a). En países como Australia, donde existe un ambiente (zona sur) en el cual la cantidad de la pastura disminuye a mediados y fines de invierno generando una restricción en el crecimiento de los animales, surge el

interés de buscar nuevas vías de crecimiento. La inclusión del suministro adicional de alimento en base a concentrados o reserva de forraje busca superar esta restricción de crecimiento estacional en este ambiente (Dicker et al., 2001).

Una alternativa de la suplementación es la recría a corral, la cual contribuye a una mayor eficiencia del proceso de engorde al alcanzar los animales el peso y estado adecuados para la faena en menor tiempo y con un menor consumo total de alimento (Ceconi et al., 2008a). Al mismo tiempo, permite lograr estabilidad en las ganancias de peso de los animales al poder controlar variables como la oferta de alimento y el consumo. A diferencia de esto, los programas de crecimiento que se basan en forrajes no pueden garantizar un suministro de nutrientes constante, sobre todo si la fuente primaria de forraje es amplia. Variables como el clima, el abastecimiento de agua, las densidades y especies de plantas pueden afectar la calidad del forraje.

Los corrales de inicio o de recría o también denominados encierres estratégicos de terneros, presentan dos tipos de ventajas. Una ventaja intrínseca es que aprovechan la alta eficiencia que tienen los animales jóvenes para convertir alimento en carne. Otras ventajas son de tipo secundario o que derivan sobre el sistema, como por ejemplo el aumento de carga en el caso de recrutar a corral para luego engordar y terminar a pasto (Ceconi et al., 2008a). Además permite lograr kilogramos de carne difíciles de alcanzar a pasto durante el otoño e invierno, período en el cual los terneros están encerrados (Ceconi y Elizalde, 2008b).

La recría de terneros a corral puede representar la única fase a corral del proceso de invernada, tal es el caso de terneros que se recrían a corral y luego son engordados y terminados sobre verdeos y/o pasturas, aunque

también puede ser utilizada en planteos donde, una vez finalizada la recría a corral, los novillitos son engordados a pasto y luego encerrados nuevamente en un corral de terminación (Ceconi et al., 2008a).

Independientemente del sistema seleccionado para criar a los terneros se debe pensar en obtener la mayor tasa de ganancia posible ya que, según Lanna y Packer (1998), uno de los factores más importantes para determinar el peso de faena es la eficiencia de la ganancia de peso en las diversas etapas de la curva de crecimiento (figura No. 1). Varios factores afectan la eficiencia de crecimiento del ganado, tales como el peso, la edad, la nutrición, la genética (raza y el tamaño del cuerpo), el sexo y el uso de hormonas exógenas. Los factores antes mencionados afectan el crecimiento de los animales a través de dos características básicas: la tasa de ganancia y la composición química de los tejidos depositados. Cuanto mayor sea la ganancia, mayor es la eficiencia de conversión de acuerdo a la dilución de las exigencias de mantenimiento, que son relativamente constantes (Lanna y Packer, 1998).

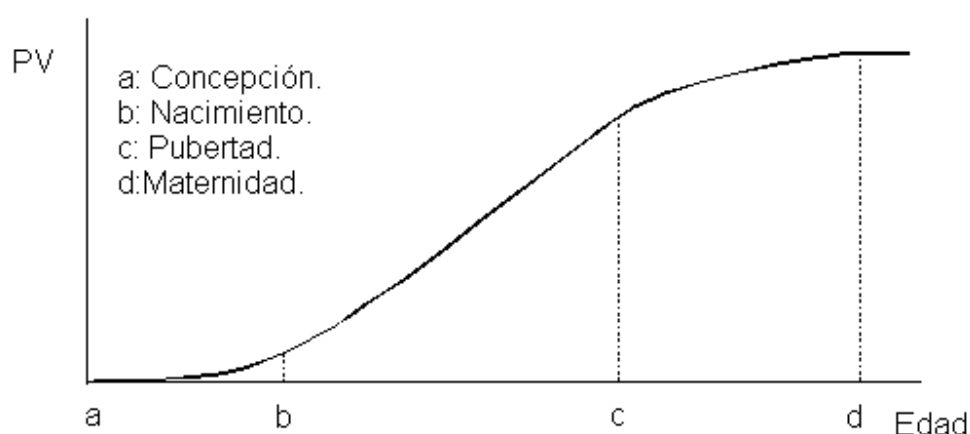


Figura No. 1: Curva de Crecimiento (adaptado de Owens et al., 1993).

A pesar de lo expuesto anteriormente, Elizalde, citado por Simeone y Beretta (2006), sostiene que el objetivo de ganancias en torno de 0,750 kg/día durante el encierre de terneros es la ganancia óptima de corral que logra maximizar la ganancia global de invierno-primavera. Según este autor, ganancias superiores podrían estar afectando la fisiología digestiva del animal, lo que estaría repercutiendo de forma negativa sobre la posibilidad de expresar su potencial de ganancia a pasto posteriormente durante la primavera.

En la figura No. 2 se presenta la evolución simulada del peso vivo de vacunos desde el destete hasta la faena bajo dos tipos de sistemas de invernada (Simeone y Beretta, 2006):

a) Sistema “convencional”, donde los animales son manejados conforme un esquema de manejo del pastoreo en base a asignación de forraje restringida durante el primer invierno y reciben suplementación exclusivamente durante la fase de terminación, 90 días previo a la faena.

b) Sistema “con encierre de terneros”, donde los animales son manejados en condiciones de confinamiento durante su primer invierno de vida, y luego se manejan exclusivamente a pasto, conforme las mismas recomendaciones seguidas por el sistema convencional.

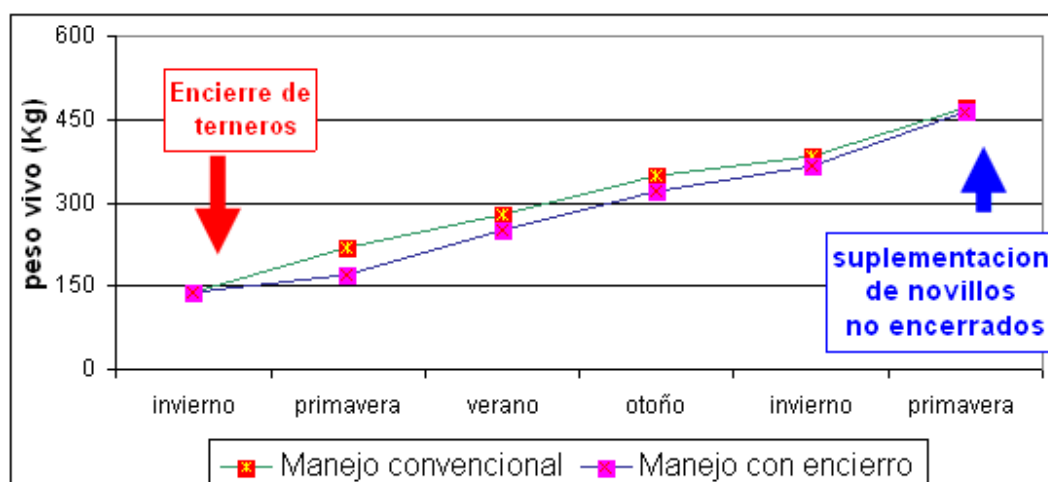


Figura No. 2: Simulación de la curva de crecimiento de animales en engorde bajo dos sistemas de manejo (Simeone y Beretta, 2006).

En base a la simulación de datos que fueron presentados, el uso del encierro durante el primer invierno de vida del ternero, permite un ahorro de 70 Kg de grano suministrado a los novillos durante la fase de engorde, lo que supone una reducción de aproximadamente 20% de la cantidad total de concentrado. No obstante, el perfil de respuesta logrado en los trabajos en ejecución, así como los antecedentes internacionales, parecerían sugerir que la opción del encierro de terneros es una alternativa operativamente viable y económicamente beneficiosa para sistemas de invernada, o ciclo completo (Simeone y Beretta, 2006).

2.2.2 Alimentación durante la fase de terminación

Existen antecedentes a nivel internacional (Robinson et al., 2001) sobre como el plano nutricional y el potencial genético del animal afectan la expresión del crecimiento a través del peso final y el tamaño de los cortes, la eficiencia de

conversión del alimento, la proporción de tejidos (músculo y grasa), y las propiedades organolépticas de la carnes.

La suplementación con grano a animales en pastoreo en la fase de terminación, tiene como consecuencia la obtención de mejores valores en los parámetros de performance, consumo y eficiencia cuando se los compara con los animales alimentados solamente a pasturas, siempre sin alcanzar a los valores obtenidos en los animales alimentados a corral en base a concentrados. Las características carniceras evaluadas *in vivo* mejoran con el nivel de suplementación en los animales sobre pastura y no superan a las obtenidas en los animales alimentados a corral (Vaz Martins et al., 2007).

En un confinamiento la principal variable a considerar es la eficiencia de conversión, definida como los kilogramos de alimento consumido por cada unidad de ganancia de peso (Simeone et al., 2008). Según Elizalde, citado por Baldi (2006), una mejora en un 10% en la eficiencia de conversión tiene mayor impacto en reducir el costo que una mejora en un 10% en la ganancia de peso.

2.2.3 Interacción entre la tasa de ganancia en el primer invierno de vida y el desempeño durante la terminación

La performance de los animales durante la terminación está potencialmente influenciada por todos los factores que afectan el crecimiento durante la recría, así como el peso de faena, el método de terminación (pastura o corral) y las interacciones de todos los factores mencionados anteriormente (Robinson et al., 2001). La restricción del crecimiento en etapas tempranas en la vida, si es suficientemente grave, reducirá el potencial del animal para compensar y crecer a mayor ritmo en etapas posteriores. El impacto es mayor si el crecimiento se limita en los primeros meses e incluso antes del nacimiento (CRCBGT, 2009). Terneros de menor tamaño son menos rentables para el

invernador, ya que tomará más tiempo para alcanzar niveles adecuados de terminación y pueden exceder los límites del mercado de edad (la dentición o la osificación) antes de alcanzar el peso objetivo (CRCBGT, 2009).

Según Jones et al. (2006), animales alimentados con dietas de alta energía presentan mayor consumo de materia seca (CMS) y mayores ganancias de peso vivo (GM) durante la fase de crecimiento (recría) cuando se los compara con animales alimentados con dietas con bajo contenido de energía. A pesar de esto, los autores no encontraron diferencias en el CMS ni en la GM durante la fase de terminación. Sin embargo, los animales recriados con dietas de alta energía tendieron a mostrar una mayor tasa de ganancia de peso durante la terminación. En cuanto a la eficiencia de conversión, los animales recriados con mayores niveles de energía resultan ser más eficientes (menor consumo de alimento para obtener igual ganancia de peso) durante la recría y terminación como consecuencia de una mayor tasa de ganancia de peso. Del mismo modo, Schoonmaker et al. (2004) encontraron que novillos alimentados con concentrado energético durante la fase de crecimiento fueron más eficientes en convertir el alimento en ganancia de peso durante la fase de terminación en comparación con animales que no recibieron ningún tipo de suplemento durante la recría. Sainz et al. (1995) reportaron diferencias similares entre los novillos alimentados en pasturas en comparación con aquellos alimentados con una dieta concentrada durante la recría, y demostraron que las diferencias en el comportamiento de los animales en la terminación se relacionan con los cambios en los requerimientos de mantenimiento y consumo.

De igual manera, Myres et al., citados por Jones et al. (2006), mencionan que novillos que son recriados con dietas de alta energía poseen mayores ganancias de peso, menores consumos y mejor eficiencia de conversión durante la terminación en comparación con aquellos recriados con

dietas de baja energía. Al mismo tiempo, los grupos de animales recriados con alimento concentrado de baja energía permanecen durante mayor cantidad de días en el corral de terminación que los recriados con alta energía. Esta observación confirma las conclusiones de Owens et al. (1995), donde una restricción de energía durante la recría disminuye la tasa de deposición de grasa, provocando un incremento en el tamaño aparente a la madurez.

Diferentes autores reconocen que las diferencias en el crecimiento previo a la terminación pueden asociarse con diferentes grados de crecimiento compensatorio en el corral durante la terminación (Drouillard y Kuhl, 1999), bien como en la tasa de deposición de tejido adiposo. Ahora bien, no está claro si las diferencias en el crecimiento durante la recría (tanto en pasturas como en corral) están relacionados con atributos tales como grasa intramuscular y calidad de la carne (Robinson et al., 2001).

Así mismo, el sistema de recría a los que se someten los terneros condiciona el desempeño de los mismos en etapas posteriores durante el proceso de engorde. El ambiente y manejo nutricional tiene un efecto profundo en el crecimiento y engrasamiento del ganado vacuno. El padrón de cambio de peso vivo durante la recría afecta la terminación, el rendimiento de la canal y características de calidad de la carne. Según Robinson et al. (2001), el crecimiento durante la etapa de recría es la fuente de variación más importante para el aumento de crecimiento durante la etapa de engorde.

En la práctica, los empresarios del feed-lot utilizan la relación entre la velocidad de crecimiento antes y durante la terminación para garantizar que los animales que entran en la fase de engorde con grano estén dentro de una gama estrecha de peso vivo y espesor de grasa, y de esta manera obtener altas tasas de ganancia de peso resultado del crecimiento compensatorio. Por esta

razón en Australia, Williams y Bennet, idearon un método general para estimar el engrasamiento total (y un índice proporcional de marmoreo) de los animales recriados bajo distintas condiciones de producción y de ahí estimaron la vía o estrategia de crecimiento factible y las rutas de finalización para una gama de genotipos de vacunos bajo las condiciones de producción de Norteamérica (Robinson et al., 2001). A nivel nacional no existe información sobre cómo la alimentación durante la recría, tipo y grado, afecta el desempeño de los animales durante la terminación ya sea en pastoreo como en condiciones de engorde a corral.

2.2.4 Crecimiento y consumo durante la terminación luego de un período de restricción alimenticia

Las investigaciones de CRCBGT han demostrado que el ganado que ha restringido su crecimiento gravemente antes de nacer o en los primeros seis meses de vida o antes de llegar a 200 kg, una vez que este comienza la etapa o fase de terminación en condiciones de engorde a corral tendrá poca capacidad compensatoria. También muestran un crecimiento reducido y un mayor nivel de engrasamiento, sobretudo mayor deposición de grasa subcutánea, en comparación con animales alimentados de forma continua sin ningún tipo de restricción alimenticia (CRCBGT, 2009).

Se reconoce que diferencias en el crecimiento antes de la entrada en el corral pueden asociarse con diferentes grados de crecimiento compensatorio en el mismo (Drouillard y Kuhl, 1999). Los animales que han sufrido un retraso severo del crecimiento temprano en la vida tendrán un potencial reducido para crecimiento durante la recría y terminación. Mientras más temprano en la vida se da la restricción, mayor es el efecto en las etapas posteriores. Si no existe restricción temprana alguna, un crecimiento más lento durante la recría dará

lugar a un crecimiento más rápido de compensación en el corral de engorde (CRCBGT, 2009).

Los resultados presentados en un trabajo realizado por Robinson et al. (2001), apoyan en general el concepto de que el crecimiento compensatorio se produce en los animales que han sufrido una reducción en el crecimiento previo, posterior al destete. Además, muestran que, dependiendo de la extensión de la restricción del crecimiento anterior, la compensación de peso vivo puede ser incompleta (Ryan, 1990). En dicho trabajo, el crecimiento compensatorio completo sólo se produjo cuando la diferencia en el peso vivo entre animales al comienzo de la terminación fue de 15 kg. Para diferencias mayores de peso vivo se produjo una compensación parcial. Estos resultados sugieren que una diferencia en el peso vivo de más de 15 kg (debida a la tasa de crecimiento durante la recría) es poco probable que sea compensado completamente, a pesar de que la media de la tasa de crecimiento durante la terminación aumente en los lotes de novillos con menor peso vivo promedio en el comienzo de la misma.

Las diferentes respuestas o tipos de crecimiento compensatorio pueden traer consecuencias importantes en la composición de la canal independientemente del sistema de terminación. Así mismo, el crecimiento compensatorio puede afectar el espesor de grasa y rendimiento de la canal. En este sentido, bajas tasas de crecimiento durante la recría pueden reducir el contenido de grasa intramuscular de novillos terminados a peso y espesor de grasa constante en pasturas o a corral, cuando se buscan canales con pesos superiores a los 330 kg (Hedrick et al., Dikeman et al., citados por Robinson et al., 2001).

El crecimiento compensatorio ha sido estudiado generalmente en animales explotados bajo confinamiento, en donde ha sido empleado como una estrategia para manipular los costos y/o las características de la canal, a través de la relación nutrición-alimentación del animal en producción (Ojeda et al., 2007). Este tipo de respuesta en el crecimiento posterior a un período restrictivo ya está integrado en el mercado de confinamiento de EE.UU., donde los animales con mejor condición corporal tienen descuento en relación con los animales más magros, pues los “feedloteros” saben que los segundos tendrán un desempeño superior (Sainz, 1998). Los animales que hayan tenido altas tasas de crecimiento durante la cría, pero hayan crecido más lentamente durante la recría (por ejemplo 0.5 kg/día), van a presentar mayores tasas de ganancia y mayor eficiencia de conversión durante la fase de terminación cuando se los coloque en buenas condiciones alimenticias. Sus carcasas por lo general son más delgadas, con más músculo y también con un mayor rendimiento de carne al por menor (CRCBGT, 2009).

Según Cartens, citado por Robinson et al. (2001), el fenómeno de crecimiento compensatorio, y los efectos asociados con el contenido total de grasa intramuscular y subcutánea es bien conocido en el ganado de carne. Durante el período de crecimiento inmediato, normalmente hay una reducción en la deposición de grasa, pero a largo plazo, la composición del cuerpo retorna al patrón esperado. Sin embargo, el ganado faenado durante el período en que el crecimiento compensatorio se está produciendo, generalmente tienen un contenido de grasa subcutánea e intramuscular diferente al que se espera por su peso (Ball et al., citados por Robinson et al., 2001).

Los resultados encontrados en la literatura son controversiales en cuanto al consumo de alimento después de finalizar la restricción alimenticia. Según Ryan (1990), hay trabajos en que el consumo aumenta después del

restablecimiento de la alimentación normal, pero hay otros en que no se observaron alteraciones en el consumo. Sainz (1998) afirma que podría haber relación entre una menor cantidad de tejido adiposo y una menor producción de leptina, y que niveles más bajos de esta hormona explicarían un cambio en el punto de saciedad del animal. Lawrence y Fowler (1997), basados en datos de Lawrence y Pearce (1964), sugieren la hipótesis de que animales provenientes de una restricción alimenticia tienen menor llenado ruminal para explicar el aumento de ingestión.

Los órganos internos del cuerpo, principalmente hígado, riñones, corazón y tracto gastrointestinal, son responsables del 40% de la energía de mantenimiento de un animal en ayuno (Koong et al., 1985). Es evidente, por tanto, una relación directa entre el tamaño de los órganos internos y las exigencias para el mantenimiento. De acuerdo con Winter et al., citados por Alves (2003), durante el período de restricción ocurre una reducción en el tamaño de los órganos internos en términos de peso, es decir, el crecimiento de los mismos, principalmente hígado e intestinos, es más afectado que el crecimiento del animal como un todo (tendencia al crecimiento alométrico negativo). En el período post-restricción ocurre lo contrario, una tasa de crecimiento de los órganos internos mayor que la observada para los animales como un todo (tendencia al crecimiento alométrico positivo).

El CRCBGT (2009) resume los efectos del crecimiento post destete sobre la fase de terminación en:

-Una menor tasa de crecimiento durante la recría (alrededor de 0,500 a 0,600 kg/día), produce un mayor crecimiento en el corral de engorde (compensación).

-Animales con una tasa de ganancia de peso inferior durante la recría son más eficientes en el corral de engorde y producen canales con mayor rendimiento.

-Una grave restricción temprano en la vida, antes del destete, resulta en menores tasas de crecimiento potencial durante la recría y la terminación.

-Si los terneros están bien alimentados en los primeros meses de vida, un crecimiento lento posterior al destete es positivo para el crecimiento durante la terminación, donde la tasa compensatoria es eficiente y rentable.

2.3 EFECTO DEL NIVEL NUTRICIONAL DURANTE LA RECRÍA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CARACASA Y TAMAÑO DE LOS ANIMALES

2.3.1 Deposición y tipo de grasa

Los resultados recientes (Ross et al., 2005) que indican que la nutrición previa puede afectar la expresión de genes específicos del tejido adiposo, sugieren un posible mecanismo que explicaría la reducida deposición de grasa final en los terneros recriados con dietas de bajo contenido energético. Según Jones et al. (2006) las diferencias en la deposición de grasa entre grupos de animales alimentados con dietas altas en energía vs. baja energía apoyan la hipótesis de que el desarrollo de los adipocitos se ve afectado por la restricción de energía temprana durante la fase de crecimiento. Dichos autores sostienen que, la mayor ganancia de peso obtenida en animales recriados con una dieta moderada en energía coincide con el aumento de grasa subcutánea e intramuscular, así como la mayor tasa de ganancia de peso y eficiencia de conversión durante la fase de terminación. Owens et al. (1995) observaron que los animales que crecen más rápido tendrán mayor proporción de tejido graso si tuvieran la capacidad de disponer de más calorías en el alimento.

Owens et al. (1995), Jones et al. (2006) señalan que la restricción de energía durante la fase de crecimiento disminuye la tasa de acumulación de grasa, por lo tanto altera la composición corporal y el aumento de tamaño adulto. Esta explicación rinde cuentas del aumento del peso vivo final y de las menores tasas de deposición de grasa subcutánea e intramuscular en los grupos de animales criados con dietas con restricción de energía. Así mismo, Jones et al. (2006) concluyeron que el programa de crecimiento no afecta el consumo o la ganancia de peso durante la fase de terminación, sin embargo la dieta de crecimiento baja en energía reduce la tasa de deposición de grasa durante la fase de terminación en comparación con la dieta de energía moderada.

A pesar de lo expresado en párrafos anteriores, el método de terminación (corrales de engorde o pastura) es el factor que tiene el mayor impacto sobre el espesor de grasa subcutánea y el contenido de grasa intramuscular, y es probable que esto se produzca por 2 razones. Primero, la alta tasa de ganancia de peso de animales terminados en confinamiento los predispone a un aumento en la deposición de grasa. En segundo lugar, incluso a igual tasa de ganancia de peso, novillos alimentados con una dieta a base de granos depositan grasa con una tasa mayor en comparación con animales consumiendo dietas a base de forrajes (Tudor, Sainz et al., citados por Robinson et al., 2001). Esto podría deberse en parte a la menor masa visceral, conduciendo a una reducción en las necesidades de mantenimiento en el ganado alimentado con granos (Oddy et al., citados por Robinson et al., 2001), y al aumento del suministro de moléculas precursoras de la glucosa, que mejoraría la eficiencia del uso de nutrientes para el engorde (Gill et al., citados por Robinson et al., 2001).

En lo que refiere específicamente a la deposición de grasa intramuscular no hay una única hipótesis en cómo es afectada por el crecimiento previo a la fase de terminación. En este sentido, Trenkle et al., citados por Robinson et al. (2001), informaron de datos sobre como animales de mismo peso vivo, pero de diferentes edades (lo que sugiere que estos animales tuvieron una tasa de crecimiento más lenta, es decir, eran mayores en el mismo peso vivo), aumentaron la tasa de deposición de grasa intramuscular. Sin embargo, esta observación no pudo ser repetida por Renk et al. que, como consecuencia de Trenkle et al., específicamente pusieron a prueba la hipótesis de que el desarrollo de la grasa intramuscular estaba relacionado con la edad (Robinson et al., 2001).

Al mismo tiempo, Mandell et al., citados por Robinson et al. (2001), obtuvieron como resultados de la investigación en novillos cruza de la raza Charoláis que la edad, la dieta y la tasa de crecimiento pueden influir en los valores obtenidos en ganancia de peso, espesor de grasa subcutánea y deposición de grasa intramuscular. Otros autores sostienen que animales terminados con una dieta de alto contenido de grano, luego de un período de recría con baja tasa de crecimiento, alcanzan un menor contenido de grasa intramuscular en relación a animales que tuvieron una recría con mayor tasa de crecimiento (Hedrick et al., Dikeman et al., citados por Robinson et al., 2001).

Según la CRCBGT (2009) maximizar el marmoreo de la carne se convierte en la principal preocupación y el ganado debe crecer durante la recría a un ritmo más alto de ganancia de peso (por ejemplo >0.800 kg/día) antes de la entrada en la terminación. Al mismo tiempo, animales que durante la recría crecen a mayor ritmo ingresan al corral de terminación más “gordos” y esto lleva a una mayor producción de grasa de las canales y un rendimiento menor.

La cantidad de grasa intramuscular depende principalmente del factor genético, aunque otras variables como la nutrición, el estrés y el número de días en engorde juegan un rol importante (Brito et al., 2001). Esto coincide con lo expuesto por Pravia (2003) quien sostiene que la raza, el sexo y el tipo de alimentación tienen un gran impacto en el contenido de grasa intramuscular; teniendo los toros menor marmoreo que los novillos o vaquillonas medidos a la misma edad. Según la CRCBGT (2009) las restricciones al inicio del crecimiento, aunque sean muy graves, tienen un efecto mínimo en el marmoreo, siempre y cuando el ganado se recupere y sea terminado en sistemas intensivos de producción de carne. A su vez, animales con mayor crecimiento durante la recría (0.800 kg/día) producen canales con mayor cantidad de grasa y mayor marmoreo.

2.3.2 Área del ojo del bife

El área del ojo del bife (AOB) es el área de la sección transversal del músculo *Longissimus dorsi* (LD) a nivel del espacio intercostal entre la 12^{da} y 13^{er} costilla. La importancia de su estimación radica en que esta medida está correlacionada con el peso de los cortes minoristas (Pravia, 2003). Dicha variable ha sido incluida en la mayoría de los trabajos de investigación de E.E.U.U., debido a que es un componente de la ecuación de rendimiento utilizada por el USDA en la clasificación y tipificación de canales.

El AOB y el nivel de engrasamiento (PC) determinados *in vivo* aumentan con el incremento en el nivel de alimentación. Esa información coincide con varios trabajos realizados en INIA en esta área (Montossi et al., 2002). Sin embargo, a partir de la información nacional e internacional resumida y analizada por Montossi et al. (2002), estos autores concluyen que el efecto del nivel nutricional sobre el AOB y PC, es variable, pero en general, se acepta que

cuando las comparaciones se realizan ajustadas por el peso vivo animal durante el momento de la medición, hay un pequeño efecto inducido por el nivel nutricional aumentando el nivel de engrasamiento de la canal y la proporción de cortes valiosos a través de su asociación positiva con el AOB.

Los valores para AOB en nuestras condiciones y medido a los 18 meses de edad rondan en promedio 42 cm², variando entre 25 cm² hasta 100 cm² dependiendo de la raza, sexo, manejo alimenticio y otras condiciones ambientales (Pravia, 2003).

El incremento del área del ojo del bife (AOB) es significativamente mayor en los animales alimentados en base a concentrados (Vaz Martins et al., 2007). El área del músculo *Longissimus* aumenta linealmente con tres variables con las cuales está interrelacionada: peso inicial, días de alimentación y la edad de faena. Esto sugiere que el área del músculo *Longissimus*, como la masa muscular, no ha alcanzado un máximo a la edad típica de faena, pero continúa aumentando con el tiempo durante la alimentación (Owens y Gardner, 2000).

2.3.3 Altura de anca

El tamaño es una característica compleja, convenientemente caracterizado por el peso a un determinado grado de madurez, a una determinada composición corporal y para un dado sexo (Cartwright, 1979). Baker et al. (1988), señalaron la altura de anca como la forma más conveniente de describir el tamaño esquelético de los bovinos de carne. Además, Lisboa y Fernández, citados por Lanna et al. (2008), mencionaron que la altura de anca presenta menor variación al momento de la medición que la altura de la cruz, en función del posicionamiento del animal.

Northcutt et al. (1992), estudiando vacas de la raza Angus, verificaron que la altura de anca tiende a estabilizarse entre los tres y cuatro años de edad, a diferencia del peso, que aumenta hasta los seis años confirmando la afirmación de Baker et al. (1988), que concluyeron que las medidas esqueléticas, específicamente la altura de anca, son menos susceptibles a variaciones ambientales que el peso, más allá de llegar a la madurez más temprano.

De acuerdo con Northcutt et al. (1992), las mediciones corporales son más precisas en la determinación del tamaño maduro que el peso, ya que este puede presentar fluctuaciones periódicas y gran variabilidad de acuerdo con los diversos grupos genético de los animales. Esto coincide con lo expresado por Meyer, citado por Ribeiro et al. (2004), quien sostiene que las mediciones esqueléticas también son adecuadas predictoras del tamaño adulto, donde una de las justificaciones es que los huesos tienen mayor prioridad en relación a otros tejidos cuando el animal es sometido a condiciones nutricionales desfavorables.

Buscando facilitar la interpretación y aplicabilidad las medidas de altura (medida de altura de anca) son convertidas en *frame score*. El *frame* de un animal es un índice caracterizado por la relación existente entre peso, sexo y madurez de un animal (Cartwright, 1970). Según Beef Improvement Federation, citado por Menezes et al. (s.f.), animales de mayor *frame* tienden a ser más pesados a cualquier edad, tener mayor cantidad de carne magra en la carcasa y son más tardíos. Los animales de menor *frame* tienden a ser más livianos, tienen mayor deposición de grasa y son más precoces. La aplicabilidad de esta medida está en la utilización de biotipos adaptados a cada sistema de producción, ya que pueden o no producir una relación costo/beneficio económicamente viable (Menezes et al., s.f.). Diferentes autores (Dolezal et al.,

Myers et al., citados por Jones et al., 2006) sostienen que novillos con tamaño de frame moderado requieren menos días de alimento concentrado, comparados con aquellos de mayor tamaño, para llegar a un punto final de grasa dorsal constante.

En definitiva, la altura de anca de los animales es una característica fuertemente determinada por factores genéticos, bien como por edad en la cual se tome la medida, por lo que la alimentación que reciban los animales durante su vida influencia en menor medida esta característica.

2.4 HIPÓTESIS

Las diferentes tasas de ganancia de peso registrada en terneros durante su primer invierno de vida tiene un efecto significativo sobre la performance animal (ganancia de peso, eficiencia de conversión y altura de anca) durante la terminación.

Al mismo tiempo, la performance animal durante la recría tiene un efecto significativo sobre las características de la canal (espesor de grasa subcutánea, área del ojo del bife y grasa intramuscular).

Animales más eficientes durante su primer invierno de vida en el confinamiento necesariamente son más eficientes durante la etapa de terminación en confinamiento. A su vez, animales que se recrían con mayores tasas de ganancia de peso son más eficientes en la terminación a corral.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

3.1.1 Ubicación y período experimental

El experimento se realizó en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental “La Estanzuela”, departamento de Colonia; en la sección de Producción Intensiva de Carne, Unidad “Del Lago”.

Se utilizaron 240 terneros de la raza Hereford, adquiridos en el establecimiento “Laguna Blanca” del Departamento de Cerro Largo, Uruguay. Los animales fueron destetados y trasladados a la Unidad del Lago de INIA con un peso vivo promedio de 170 Kg. El ensayo tuvo inicio a fines de mayo de 2008 y fue dividido en dos fases, en donde una primera fase (fase I o de recría) transcurrió durante todo el 2008 y principios del año 2009. La fase II o de terminación comenzó en marzo de 2009 y finalizó en setiembre del mismo año.



Nota: potreros No. 6, 13, 15 y 33 alfalfas; potreros Ombú, Antena, 15 y Experimental avenas; TC1: corrales de alimentación de la terminación 1; TC2: corrales de alimentación de la terminación 2.

Figura No. 3: Plano de ubicación física del experimento.

Al inicio de la fase I fueron utilizados dos manejos nutricionales contrastantes (corral vs. pastoreo) inmediato al destete y hasta finales del invierno de 2008. Durante el primer invierno de vida (recría) de los animales, dentro de cada opción de pastura o corral, fueron establecidos dos niveles de ganancia de peso (alta y baja ganancia). El objetivo fue generar grupos de animales con diferentes ganancias promedio durante su primer invierno de vida (CA: corral alta ganancia; CB: corral baja ganancia; PA: pastura alta ganancia; PB: pastura baja ganancia).

Para lograr formar los diferentes tratamientos, los terneros fueron separados en lotes al azar de 60 animales cada uno, formando de esta manera 4 grupos. Cada grupo recibió un manejo nutricional diferente determinando los cuatro tratamientos mencionados en el párrafo anterior.

Las ganancias programadas para cada uno de los tratamientos durante el primer invierno fueron: 1,00, 0,700, 0,600 y 0,300 kg/día, para los tratamientos CA, CB, PA y PB, respectivamente. La meta con estos tratamientos fue la de generar escalones en el consumo de energía entre los diferentes tratamientos, siendo estos escalones, aproximadamente, 100% para CA, 66% para CB y PA, y 33% para PB.

3.2 RECRÍA

3.2.1 Recría en corrales

A los tratamientos a corral se les ofrecieron dos dietas contrastantes; una de alta energía (2,73 Mcal EM/Kg MS) y otra de baja (2,50 Mcal EM/Kg MS), con el objetivo de tener alta y baja ganancia respectivamente. Ambas dietas presentaban 16% de PC (proteína cruda), y el objetivo era lograr diferencias en ganancia de peso entre ambos tratamientos entorno a los 0,300

kg/d. Para lograr este objetivo, los animales del tratamiento de baja ganancia tuvieron que ser restringidos en su consumo de concentrado al 2% PV, mientras que los animales del tratamiento de alta ganancia tuvieron un consumo *ad limitum* (no hubo restricción, en los dos casos se utilizó lectura de comedero). La dieta, en ambos casos, estaba compuesta por un 20% de fardo de moha y un 80% de concentrado.

Cabe acotar que previo al inicio del período de encierre propiamente dicho existió un período de acostumbramiento (13 días) donde los terneros recibieron una dieta basada en silaje de grano húmedo de maíz y de sorgo. Los terneros fueron encerrados en 20 corrales de 6 animales cada uno, contaban con una superficie de 14,25 m²/animal, piso de tierra y los límites estaban definidos por alambrado eléctrico.

Cuadro No. 1: Análisis de composición química y nutricional del fardo de moha, y concentrado del tratamiento CA y CB (Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela).

Alimento	PC(%)	FDA(%)	FDN(%)	CEN(%)	EM (Mcal/Kg MS)
Fardo Moha	6,59	48,7	71	13,2	1,77
Concentrado CA	21,4	18,3	19,5	4,3	2,97
Concentrado CB	20,7	19,5	37,4	5,8	2,69

3.2.2 Recría en pasturas

Al igual que los terneros recriados en confinamiento, a los animales que fueron recriados en pasturas se les ofrecieron diferentes cantidades de forraje de avena bizantina; pastoreo bajo desempeño y alto desempeño, con una asignación de forraje de 2,5% y 5% del peso vivo, respectivamente. Al igual que

en la recría a corral, el objetivo era obtener diferencias en la ganancia de peso entre los tratamientos.

Una vez finalizada la fase I (01/09/2008), todos los animales, tanto los de corral como los de pasto, recibieron igual tratamiento y fueron sometidos a un pastoreo de alfalfa con una asignación de forraje del 5% del PV durante la primavera de 2008 y del 3% durante el verano 2009. En el cuadro No. 2 es presentado la ganancia diaria de peso por estación y peso vivo al inicio de la terminación para cada grupo de manejo.

Cuadro No. 2: Ganancia diaria de peso (Gmd) por estación y peso vivo al inicio de la terminación según tratamiento.

Recría	Terminación	Gmd invierno (kg/d)	Gmd primavera (kg/d)	gmd verano (kg/d)	Inicio terminación	Peso vivo (kg)
CA	Pastura	1,370	0,863	0,403	16/3/2009	362
	Corral					359
CB	Pastura	1,00	0,929	0,428		351
	Corral					348
PA	Pastura	0,750	0,902	0,473	16/4/2009	364
	Corral					364
PB	Pastura	0,450	0,934	0,493		351
	Corral					352

3.3 TERMINACIÓN

En la fase II o terminación se tuvo como principal objetivo obtener altas ganancias, tanto en el sistema pastoril como en el encierre en corral. La etapa de terminación comenzó cuando cada uno de los lotes (CA, CB, PA y PB) alcanzó un peso vivo promedio de 350 kg y finalizó cuando alcanzaron los 500 kg. Dicho peso de faena permite obtener carcasas superiores a los 240 kg las cuales obtienen bonificaciones por parte de la industria frigorífica.

Como consecuencia de las diferencias en ganancia de peso logradas en el primer invierno de vida, los animales recriados a corral alcanzaron el peso vivo objetivo antes que los animales recriados a pasto, comenzando la fase de terminación anticipadamente. La terminación correspondiente a los animales que se recriaron en corral (T1: CA y CB) comenzó el 16 de marzo de 2009 y la correspondiente a los animales recriados a base de pasturas (T2: PA y PB) comenzó el 16 de abril del mismo año. Durante el tiempo de inicio entre un tratamiento y otro los animales de la T2 se manejaron en base a pasturas de alfalfa con una asignación de forraje del 4% PV.

Durante la fase II, la mitad de los animales de los grupos CA y CB fueron terminados en pasturas (TP1 pasto) y la otra mitad en confinamiento (TC1 corral). El mismo caso para los tratamientos de recría PA y PB (TP2 y TC2).

Dentro de cada tratamiento los animales fueron sorteados al azar para decidir sobre cuales se terminarían a corral y cuales a pasto (TC y TP respectivamente). Como consecuencia de la combinación entre recría y terminación se originaron 8 tratamientos que se presentan en el cuadro No. 3.

Cuadro No. 3: Diferentes combinaciones entre los tratamientos de la fase I (recría) y la fase II (terminación).

TRATAMIENTOS		MESES																	
Recría	Terminación	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	
Corral alta (CA)	Corral (TC1)	CA	Pastura (5 y 3% AF)									CF							
	Pastura (TP1)											PF							
Corral baja (CB)	Corral (TC1)	CB										CF							
	Pastura (TP1)											PF							
Pastura alta (PA)	Corral (TC2)	PA										CF							
	Pastura (TP2)											PF							
Pastura baja (PB)	Corral (TC2)	PB										CF							
	Pastura (TP2)											PF							

Nota: PA: verdeo de avena al 5% de asignación de forraje diaria; PB: verdeo de avena al 2,5% de asignación de forraje diaria; CA: Relación voluminoso/concentrado 20:80 (2,73 Mcal EM/kg MS; 16 %PC); CB: Relación voluminoso/concentrado 20:80 (2,50 Mcal EM/kg MS; 16 %PC); PF: Pastura de alfalfa o verdeo de avena al 5% de asignación de forraje diaria; CF: Relación voluminoso/concentrado 20:80 (2,71 Mcal/kg MS; 12,6 %PC).

Una vez alcanzado el peso vivo de 500 kg (media de cada grupo), los animales fueron faenados en frigoríficos del grupo MARFRIG, donde se les realizaron las mediciones correspondientes a las características de la canal.

3.3.1 Terminación a corral

3.3.1.1 Acostumbramiento

Los animales fueron sometidos a un período de acostumbramiento durante los primeros 15 días de encierre, los cuales fueron subdivididos en tres etapas de cinco días cada una. La oferta de alimento inicial fue del 2,5% PV comenzando la primera fase con una relación concentrado-voluminoso de 20-80. Al finalizar cada una de las etapas, es decir al quinto día, se aumentaba en un 20% la cantidad del concentrado y se disminuía en igual proporción la del voluminoso. De esta manera en el día 15 finaliza el acostumbramiento con una relación concentrado-voluminoso de 60-40 y el día 16 comienza la etapa de

engorde con una relación concentrado-voluminoso de 80-20. Esta relación se mantuvo durante todo el experimento.

Una vez finalizado el período de acostumbramiento la cantidad de alimento ofrecido se ajustó mediante una modificación del método “slick bunk” (comedero lamido). El mismo constó de la lectura del comedero en la mañana, previo a la alimentación de los animales. Se les aumentaba la dieta en un 5% a los animales que limpiaban el comedero tres días consecutivos. Por comedero lamido se entiende que no sobren restos ni de fardo ni de ración en el comedero. La limpieza de los comederos debía ser de tres días consecutivos, por lo tanto si los animales de un corral limpiaban su comedero dos días seguidos, por ejemplo, pero al tercer día dejaban restos, el conteo de días iniciaba nuevamente desde cero. En los días de lluvia, debido al agua que quedaba en los comederos, no se pesaba el rechazo. Estos días no anulaban los días anteriores de limpieza de comedero, es decir, si los animales del corral limpiaban dos días seguidos y al tercer día llovía detectándose alimento en el comedero, ese día no contaba, y si al día siguiente los animales limpiaban el comedero (cuarto día) se aumentaba la dieta en un 5 %.

3.3.1.2 Rutina diaria

A primera hora de la mañana previa a la alimentación de los animales (8:00 - 8:30 a.m.), se realizaba una evaluación visual donde se constataba que no hubiera problemas con los animales y los corrales, entre otros. De esta forma se procedía a la recolección por corral de los restos de alimento (fardo y/o ración) del día anterior, para su posterior pesada y utilización en el cálculo de consumo diario de cada corral.

La colecta se realizaba en bolsas de nylon, identificadas correctamente con la fecha, número de corral y tratamiento. Las muestras se pesaban con una

balanza de precisión y se registraba el peso de cada una. Se utilizaron planillas diarias donde se llevaban dichos registros y se determinaba a cual de los corrales se le debía aumentar la oferta y a cual no. Además estas planillas aportaron información útil para el seguimiento de cada corral en forma individual con datos de consumo de alimento día a día que permitieron determinar la eficiencia de conversión (EC) de cada corral.

El alimento (fardo más ración) se suministraba en dos comidas diarias. La primera era en la mañana (9:00 hrs.), inmediatamente después de procesada la información de los rechazos correspondientes a la oferta del día anterior. La segunda era a las 16:30 hrs. Este procedimiento era seguido con rigurosidad con el fin de no alterar la normal rutina de alimentación y no causar trastornos a nivel ruminal que pudieran traer consecuencias negativas en el desempeño animal. En cada una de las comidas se les suministraba la mitad de la oferta total.

3.3.1.3 Alimento

La dieta de los animales, como ya se mencionó en párrafos anteriores, estaba constituida por concentrado y voluminoso. En lo que refiere al uso de concentrados, el mismo corresponde a una ración comercial producida por Barraca Erro de la localidad de Dolores. La misma es distribuida comercialmente como “ración de engorde P12” en bolsas de 40 kg. Las características de esta, aportadas por Barraca Erro se presentan a continuación:

-Ingredientes: Maíz, sorgo, cebada, afrechillo de trigo, cáscara de soja, pellets de soja, pellets de girasol y melaza.

-Minerales: Carbonato de calcio, sal, fosfato bicálcico, bicarbonato de sodio, óxido de magnesio y urea.

-Otros: Pre-mezcla de vitaminas y minerales, y tamponantes.

En el caso del voluminoso se utilizaron fardos cuadrados de moha (*Setaria itálica*) de 20 kg de peso promedio producidos dentro de la institución. La composición química y nutricional promedio del concentrado y fardo para el período de evaluación es mostrado en el cuadro No. 4.

Cuadro No. 4: Composición química y nutricional promedio del concentrado y fardo para el período de evaluación (Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela).

Muestra	MS(%)	PC(%)	FDA(%)	FDN(%)	C(%)	EM(Mcal/kgMS)
Ración	96,9	11,8	18,6	30,8	8,4	2,7
Fardo	93,7	6,7	50,4	72	12,5	1,7

Nota: MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; FDA: Fibra Detergente Ácido; FDN: Fibra Detergente Neutro; C: Cenizas; EM: Energía Metabolizable.

3.3.1.4 Muestreo del alimento

Se realizaron muestras de calidad al inicio, mitad y fin del experimento para cada uno de los lotes terminados a corral con el objetivo de obtener los valores nutricionales del concentrado y el fardo. Con los datos de materia seca de ambos componentes de la dieta se realizaba cada semana el correspondiente ajuste de oferta de MS.

3.3.1.5 Instalaciones

Se utilizaron los corrales ubicados en los potreros 25 y 26 de la unidad del Lago, en donde se encerraron los novillos provenientes de la recría a corral (T1) y los de la recría a pasto (T2) respectivamente. Cada encierre contaba con

20 corrales con tres animales por corral. Cada tratamiento dentro de la terminación contaba con 10 corrales lo que hace un total de 30 animales por tratamiento. Los novillos fueron bloqueados por peso con el fin de que cada corral estuviera conformado por animales de pesos semejantes.

Los corrales estaban delimitados con alambrado eléctrico de buena potencia lo que aseguraba un correcto manejo y establecimiento del orden. Cada encierre contaba con 10 bebederos (uno cada dos corrales) ubicados estratégicamente de tal forma que asegure el correcto acceso al agua de cada uno de los animales. Los mismos estaban contruidos de chapa y con una dimensión de 3m de largo por 0,63m de ancho y 0,73m de alto, y una capacidad de 431lts. El agua provenía de un pozo semi-surgente y se derivaba a un tanque australiano del cual se alimentaban los diferentes bebederos a través de un sistema de boyas. Esto permitía obtener agua limpia y de buena calidad para los novillos.

En cuanto a los comederos, estos eran de plástico o de hormigón y existían tres por corral con un frente de ataque de 0,80m por animal. Esto permite que cada animal pueda acceder cómodamente al alimento.



Figura No. 4: Comederos de plástico y hormigón (izquierda) y bebederos de chapa (derecha).



Figura No. 5: Instalaciones del tratamiento TC1.

Los corrales del TC1 tenían una superficie de $85,5\text{m}^2$, lo que determinaba un área por animal de $28,5\text{m}^2$, su piso era de tierra, y la topografía donde se encuentran cuenta con una pendiente que permite el libre drenaje de materiales de desecho. La parte superior de los corrales, contra los comederos, era apisonada con el fin de dar un mejor bienestar animal. La búsqueda del lugar fue estratégica, ya que se ubicó en un lugar rocoso y con pendiente para no generar problemas de hundimientos, excesos de barro, etc.



Figura No. 6: Instalaciones del tratamiento TC2.

Las instalaciones del tratamiento TC2 contaban con dos planchadas de 10m x 45m cada una, por lo que cada uno de los 20 corrales tenía una superficie de 45m², y esto permitía que cada animal tuviera un espacio de 15m². En cuanto a los bebederos y al agua que se les suministraba era igual que al descrito para el tratamiento TC1.

A continuación se presenta en forma esquemática el diagrama de los corrales usados en cada tratamiento.

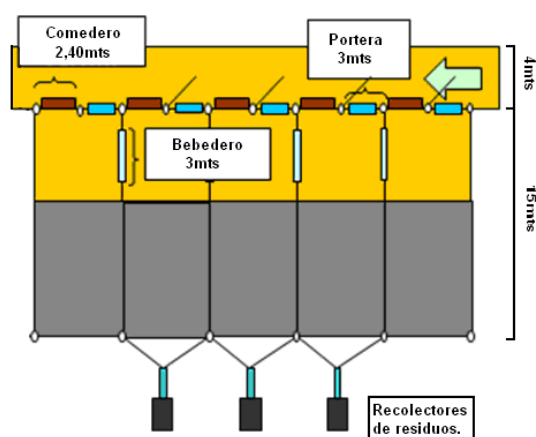


Figura No. 7: Esquema de los corrales utilizados en el tratamiento TC1.

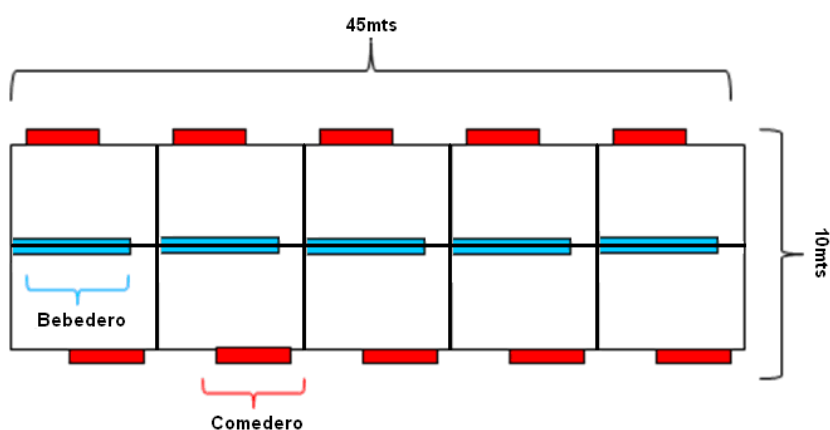


Figura No. 8: Esquema de los corrales utilizados en el tratamiento TC2.

3.3.2 Terminación a pastura

Se utilizaron 52 animales en la TP1 (terminación a pastura 1) y 58 en la TP2 (terminación a pastura 2), los cuales provenían de los diferentes tratamientos de recría antes mencionados. La condición para el comienzo de la fase II fue la misma que para la terminación a corral: 350 kg de PV promedio del lote. A diferencia de los animales terminados en confinamiento, no fue necesario una etapa de acostumbramiento de la flora ruminal ya que continuaron con el mismo tipo de dieta (celulolítica) variando únicamente la asignación de materia seca (%PV).

La asignación de forraje que se utilizó para todos los tratamientos durante la etapa de terminación fue de 5 % del peso vivo de los animales que conformaban el lote. El objetivo de asignar dicho valor fue el de poder obtener altas ganancias con una utilización del forraje en torno al 40%. Menores asignaciones no permitirían obtener las ganancias objetivos, y mayores asignaciones tienen como consecuencia un menor porcentaje de utilización.

3.3.2.1 Rutina semanal y diaria

Semanalmente se obtenía, a través de la metodología del Doble Muestreo, la disponibilidad de materia seca de la pastura del potrero y se determinaba el área de pastoreo para los 7 días. De esta forma se podía planificar la rotación de pastoreo dentro de los diferentes potreros.

Al mismo tiempo, y utilizando el mismo método, se obtenía la disponibilidad de materia seca (MS) de la franja diaria y se determinaba el área de pastoreo para ese día. Este procedimiento se repetía durante tres días consecutivos y al retirar los animales luego de cada pastoreo se estimaba la MS de lo rechazado. De esta manera se obtenía la MS desaparecida

correspondiente a cada uno de los tres días muestreados y el porcentaje de utilización del lote de novillos.

El Doble Muestreo se basa en la determinación visual de una escala de tres puntos con dos repeticiones por punto (seis muestras). El punto número uno de la escala correspondía a zonas de menor disponibilidad de materia seca, el número dos era intermedio y el número tres era la de mayor oferta de forraje. Una vez obtenidos los tres estratos de la pastura se procedía a la determinación de la frecuencia, la cual consistía en recorrer la pastura, detenerse al azar y asignarle a la zona uno de los tres valores de la escala. Luego se realizaba el conteo de la frecuencia correspondiente a cada uno de los puntos de la escala.



Figura No. 9: Muestreo de la pastura utilizando el rectángulo y la tijera de aro.

Las muestras de forraje se recolectaban utilizando un rectángulo de 50 x 20cm y una tijera de aro, se identificaban y pesaban de forma individual para obtener el PF (peso fresco) de la muestra y posteriormente eran almacenadas en bandejas individuales y se secaban en estufa a 60 °C. Luego de 48 horas se

retiraban las bandejas y se pesaba el material para obtener el peso seco de la muestra. Con ambos pesos, fresco y seco, se determinaba el %MS de la pastura.

Una vez obtenido el valor de %MS correspondiente a cada punto de la escala se multiplicaba por su frecuencia y se sumaban, estableciendo así la disponibilidad de MS de la pastura. Cabe aclarar que el valor de MS debía multiplicarse por 100 para llevarlo de $\text{gr}/0,1\text{m}^2$ a kg/ha , y que la sumatoria de las frecuencias debía ser igual a 1.

El siguiente paso consistía en determinar el tamaño de la franja diaria para el lote utilizando el número de animales, el PV (kg), la AF (5%PV) y la disponibilidad de MS (kg/ha). Conociendo el ancho de la franja y el área que se les debía asignar se calculaba el avance diario. La obtención del valor de MS del rechazo se realizaba con la misma metodología con la que se calculaba la disponibilidad.

En el caso de pasturas de alfalfa, antes de ingresar a la nueva franja diaria se aplicaba con una pulverizadora a mochila, BLOKER, el cual era un antiespumante que previene el meteorismo. La dosis utilizada era de 24cc/300 kg de PV. Era importante asegurar el consumo por parte de todos los animales del lote, y para esto se rociaba un área pequeña (200m^2) con la dosis correspondiente y se pastoreaba de forma controlada de manera de asegurar el consumo del antiespumante por todos los animales. Una vez finalizado el consumo de BLOKER se permitía el acceso de los novillos al resto del área correspondiente a la franja diaria.



Figura No. 10: Aplicación de antiespumante en pastura de alfalfa.

3.3.2.2 Alimento

Para la terminación a pasto se utilizaron pasturas que principalmente consistían en praderas de segundo año con predominio de alfalfa (potreros: 6, 13, 15 y 33), pero debido a limitantes de oferta de forraje, a causa del déficit hídrico, se tuvieron que utilizar también avenas (potreros: 29, Ombú, Antena y Experimental). La secuencia de pasturas utilizadas durante la terminación es presentada en el cuadro No. 5.

Cuadro No. 5: Secuencia de pasturas utilizadas durante la terminación.

Terminación	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
T1	Alfalfa	Avena					Alfalfa	
T2		Avena						

3.3.2.3 Muestreo y análisis de calidad del alimento

Para los tratamientos a pasto se obtenía una muestra compuesta de la pastura conformada por submuestras correspondientes a los diferentes cortes utilizados para la determinación de la disponibilidad de la MS para esa semana. La muestra era identificada con la fecha, el tipo de pastura, el potrero y el responsable a cargo. Posteriormente eran molidas y enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA “La Estanzuela” para realizar los análisis pertinentes (Cuadro No. 6).

Al mismo tiempo y para obtener una medición más certera sobre el consumo efectivo de nutrientes del animal fue realizada la técnica de “hand clipping” (Cuadro No. 7). Dicha técnica consiste en tomar varias muestras simulando la altura de corte del bocado. Las muestras aquí obtenidas eran identificadas y mandadas al laboratorio. Ambos muestreos se hacían quincenalmente.

Cuadro No. 6: Composición química y nutricional de las pasturas en distintos momentos del período de engorde. Muestreo convencional a ras del suelo.

	Período	Pastura	PC(%)	FDA(%)	FDN(%)	C(%)	EM (Mcal/KgMS)
Inicio	16/03-19/05	Alfalfa	19,05	43,21	50,42	10,96	1,95
Mitad	07/06-05/08	Avena	11,39	36,06	52,08	10,52	2,35
Final	26/08-26/09	Alfalfa	23,2	37,78	45,19	10,74	2,23

Cuadro No. 7: Composición química y nutricional de las pasturas en distintos momentos del período de engorde. *Hand clipping*.

	Período	Pastura	PC(%)	FDA(%)	FDN(%)	C(%)	EM (Mcal/KgMS)
Inicio	09/04-23/04	Alfalfa	25,12	32,36	40,43	10,72	2,42
Mitad	03/07-11/08	Avena	13,96	29,79	46,95	9,84	2,48
Final	28/08-25/09	Alfalfa	26,39	31,24	39,27	10,18	2,47

3.3.2.4 Instalaciones

Las franjas se armaban utilizando varillas de plástico (aislantes), piques o alfajías, pisón, aisladores, cinta métrica y carretel con hilo conductor de corriente ya que se les proporcionaba energía a través de un pastor eléctrico. Para mayor seguridad y evitar el paso de animales de una franja a otra se colocaba un doble hilo.



Figura No. 11: Franja actual y futura delimitada por doble hilo.

3.4 MEDICIONES GENERALES

3.4.1 Determinaciones de peso vivo

Se realizaron mediciones de peso vivo de los animales cada 14 días ($\pm$ 3 días) sin ayuno previo respetando siempre la misma hora de pesada y ordenamiento de los tratamientos. Se utilizó una balanza marca Trutest modelo ID 3000. Los días en los cuales hayan ocurrido precipitaciones el día anterior se corría la pesada para el día siguiente.

Los animales eran pesados en lotes, primero el lote a pasto y a seguir el lote a corral (luego del primer turno de la ración de la mañana). Una vez obtenido el peso de los animales a pasto, el peso actualizado se utilizaba para ajustar la asignación de forraje del lote. Durante el pesaje se realizaba apreciación visual individual del estado sanitario de todos los animales haciendo las curaciones pertinentes según fuera necesario.

3.4.2 Determinación de altura de anca

Esta medida se registró en tres oportunidades: al inicio, mitad y final de cada uno de los tratamientos de terminación. Se utilizó una regla de aluminio con nivel lo cual permitía una correcta medición. Para realizar la misma, el operario ingresaba al cajón del tubo, esperando a una buena postura del animal, en ese momento se nivelaba la regla sobre la zona posterior del animal, tomando la medida correspondiente desde el piso al anca (Figura No. 12).



Figura No. 12: Animales en corrales de espera previo a la pesada (izquierda).
Medición de altura de anca (derecha).

3.4.3 Mediciones de la canal pre-faena

3.4.3.1 Mediciones de ultrasonografía

Se realizaron mediciones, al igual que para altura de anca, al inicio (primeros 15 días), mitad y fin del período de terminación (previo al embarque). Estas mediciones se realizaron el mismo día que se realizaron las mediciones de altura del anca. Las mediciones realizadas fueron: área del ojo del bife (AOB), espesor de grasa subcutánea (EGS) y grado de marmoreo (MB).

Las medidas fueron realizadas con un ecógrafo marca Aloka 500, de tamaño de transductor 17cm y frecuencia de onda de 3,5 MHz. El área del ojo del bife y el grado de marmoreo fueron medidos entre la 12^{da} y 13^{er} costilla, y el espesor de grasa subcutánea en las tres cuartas partes del bife medio.



Figura No. 13: Mediciones de ultrasonografía: EGS (izquierda) y AOB y Marmoreo (derecha).

3.4.4 Mediciones de la canal post-faena

Las diferentes faenas fueron realizadas en los frigoríficos del grupo MARFRIG de los Departamentos de Tacuarembó y Colonia para los tratamientos a corral del TC1 y TC2 respectivamente. Mientras que las faenas de los tratamientos terminados a pasto fueron realizados en el frigorífico San José, perteneciente a la misma firma.

3.4.4.1 Características de la canal y carne

Una vez faenados los novillos, y posterior a la fase de maduración de la carne, se tomaron medidas de espesor de grasa subcutánea, área del ojo del bife y se clasificó la media res según el grado de marmoreo utilizando la escala oficial USDA (USDA. Agricultural Marketing Service, 1997). El área del ojo del bife y el grado de marmoreo fueron medidos entre la 12^{da} y 13^{er} costilla, y el espesor de grasa en las tres cuartas partes del bife medio.

Degrees of Marbling	Maturity				
	A	B	C	D	E
Slightly Abundant	PRIME				
Moderate			COMMERCIAL		
Modest	CHOICE				
Small					
Slight	SELECT		UTILITY		
Traces					
Practically Devoid	STANDARD			CUTTER	CANNER

Figura No. 14: Tipificación de la canal según clasificación USDA (USDA. Agricultural Marketing Service,1997).

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las medidas de peso, altura y ultrasonografía fueron analizadas a través de un análisis de medidas repetidas en el tiempo, utilizando el programa SAS, con la opción *repeated*. El modelo utilizado incluyó el efecto del día, tipo de recría (CA, CB, PA y PB), tipo de terminación (Pastura o Corral), la interacción entre tipo de recría y terminación, la interacción entre tipo de recría, terminación y día, y la covariable peso vivo al inicio del período de terminación. Para la comparación de las medias fue utilizado el test de Tukey ($P < 0,05$).

Fueron testeadas diferentes estructuras de matrices de covariancia para modelar el residuo o error. Las estructuras AR(1): auto-regresiva de primer orden; ARMA(1,1): auto-regresiva de primer orden con media móvil; CS: simétrica compuesta; TOEP: Toeplitz; TOEP(2): Toeplitz con diagonal de dos bandas; VC: componentes de varianza considerando homogeneidades de varianzas, en cuanto a las estructuras ARH(1): auto-regresiva heterogénea de

primer orden; CSH: simétrica compuesta heterogénea; FA(1): factor analítico de primer orden; HF: HuynhFeldt; TOEPH: Toeplitz heterogénea; UN: no estructurados con la heterogeneidad. En estructura CS, todas las covarianzas son iguales y la VC, las covarianzas son nulas. Las demás estructuras se consideran diferentes covarianzas para cada par de medidas.

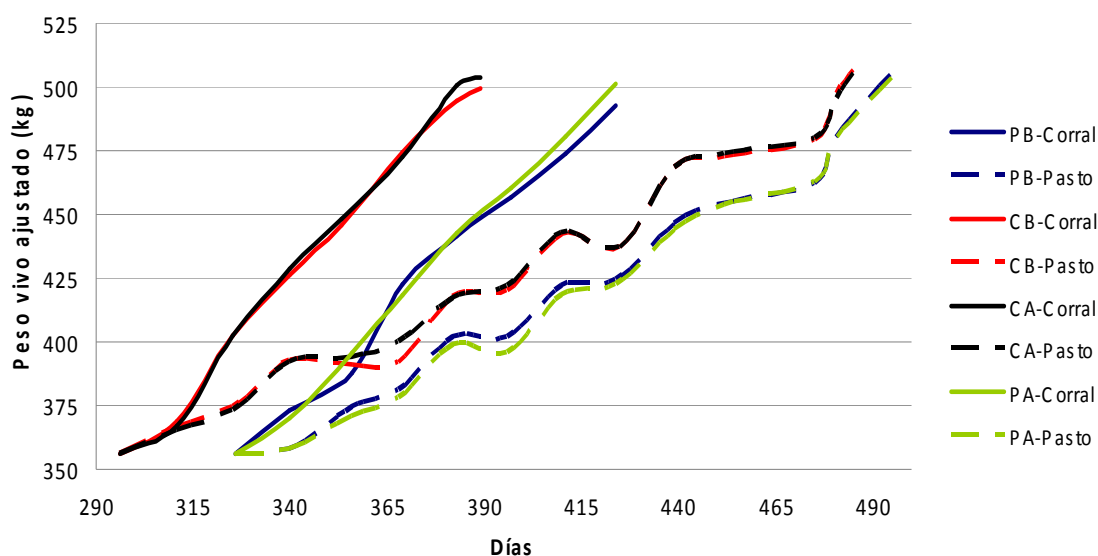
Para elegir la estructura de covarianza de los residuos más adecuada se han utilizados criterios de información de Akaike (AIC) y Bayesiano de Schwarz (BIC) (Wolfinger, 1993). Los criterios AIC y BIC permiten una comparación entre los modelos no anidados y penalizan aquellos con mayor número de parámetros, siendo el BIC quien atribuye una penalización más rigurosa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVOLUCIÓN DE PESO

La evolución de peso vivo durante el período de terminación fue afectada significativamente ($p < 0,0001$) por todas las variables consideradas en el modelo (tipo de recría, tipo de terminación, peso vivo inicial en la terminación, días en terminación y la interacción recría*terminación*días). En términos generales, las ganancias de peso diarias en el corral fueron superiores en relación a las ganancias de peso de los tratamientos terminados a pasto. Esto es consecuencia de una mayor concentración energética en la dieta de corral y mayor consumo de materia seca en los animales terminados en el confinamiento.

En la figura No. 15 se presenta la evolución de peso vivo ajustado (para el peso inicial de terminación) durante la terminación para cada tratamiento. El comienzo de la fase II o de terminación tuvo una diferencia de un mes entre los tratamientos recriados a corral vs. los recriados a pasto. Esta diferencia se explica básicamente por la mayor ganancia diaria de peso registrada durante la recría a favor de los tratamientos con recría a corral, los cuales alcanzaron el peso (350 kg) para iniciar la fase II con anterioridad.



Nota: PB-Corral: Recría pastura baja ganancia y terminación en corral. PB-Pasto: Recría pastura baja ganancia y terminación en pasturas. CB-Corral: Recría corral baja ganancia y terminación en corral. CB-Pasto: Recría corral baja ganancia y terminación en pasturas. CA-Corral: Recría corral alta ganancia y terminación en corral. CA-Pasto: Recría corral alta ganancia y terminación en pasturas. PA-Corral: Recría pastura alta ganancia y terminación en corral. PA-Pasto: Recría pastura alta ganancia y terminación en pasturas.

Figura No. 15: Evolución del peso vivo ajustado según tratamiento.

Todos los tratamientos alcanzaron el peso vivo de 500 kg promedio, peso mínimo requerido para la faena. Sin embargo, el tiempo que a cada tratamiento tardó en obtener dicho peso no fue el mismo. Debido a las mayores tasas de ganancia de peso registradas en el corral, los animales terminados bajo esta condición obtuvieron el peso objetivo en menor tiempo y fueron faenados con anterioridad en relación a los animales terminados en pasturas. La combinación recría a corral y terminación en pasturas fue la que presentó una mayor duración de la fase II.

En el cuadro No. 8 se presenta la ganancia de peso diaria ajustada (para el peso vivo inicial) durante el período de terminación para cada tratamiento. La interacción entre manejo de la recría (CA, CB, PA y PB) y tipo de terminación (Corral o Pastura) fue significativa ($p < 0,05$) para la ganancia diaria de peso durante la terminación. En el caso de la terminación en pastura,

no existieron diferencias significativas en términos de ganancia diaria de peso entre los tratamientos CA, CB, PA y PB. Es decir que cuando la terminación es realizada en pasturas, el manejo durante la recría no afectó de forma significativa la ganancia de peso durante la terminación.

Cuadro No. 8: Ganancia diaria de peso ajustada (kg/día) durante el período de terminación según tratamiento.

RECRÍA	TERMINACIÓN	
	Corral	Pasturas
CA	1,569 Aa	0,807 Ba
CB	1,554 Aa	0,799 Ba
PA (5%)	1,484 Ab	0,819 Ba
PB (2,5%)	1,431 Ab	0,782 Ba

Nota: las medidas fueron obtenidas como regresión de la evolución de peso en función de los días. Medidas seguidas por distintas letras difieren estadísticamente ($p < 0.05$). Las letras mayúsculas comparan entre columnas y letras minúsculas dentro de cada columna.

En el caso de los tratamientos donde la terminación fue realizada en condiciones de engorde a corral, con dietas de alto contenido energético, el manejo de la recría afectó de forma significativa la ganancia diaria de peso durante la terminación. Como puede observarse en el Cuadro No. 8, las ganancias de peso de los tratamientos CA y CB (con mayores ganancias diarias de peso durante la recría), fueron significativamente superiores a las logradas por los tratamientos PA y PB.

Estos resultados difieren de los encontrados por Elizalde y Ceconi (2007), quienes trabajando con terneros de la raza Braford, con tres combinaciones de recría y terminación, concluyeron que los animales encerrados a corral durante la recría y terminados a pasturas (C-P), tuvieron una ganancia de peso mayor (829 gramos/día/animal) en relación a los animales que se criaron a pasto (suplementados) y luego fueron terminados a corral (P-C; 731 gramos/día/animal). Los animales que siempre estuvieron a

pasto (P-P) y fueron suplementados cuando eran terneros, tuvieron la menor ganancia diaria de peso (643 gramos/día/animal).

Los resultados obtenidos en el presente estudio son de gran importancia para la empresa pecuaria, ya que dependiendo del manejo que se realice a los terneros durante el primer invierno de vida, se determinará el desempeño futuro de los animales durante el período de terminación. Por lo tanto, cualquier tipo de restricción que afecte la ganancia de peso en etapas tempranas de crecimiento de los terneros repercutirá negativamente en la etapa final de terminación. Tomando en consideración la información generada en este trabajo se puede afirmar que en un sistema donde el engorde o terminación es en base a pasturas, probablemente, el manejo nutricional durante la recría no deberá afectar la ganancia de peso durante la terminación. En esta situación, el efecto del encierre a corral de los terneros en la etapa de recría no apunta a obtener mayores ganancias de peso en la terminación, sino que este manejo permite liberar área para otras actividades o ajustar la carga animal del sistema.

Cabe acotar que, los terneros que se recrían a corral y se terminan a pasto son los que presentan una mayor duración de la fase de terminación, por lo que la combinación de recría a corral y terminación a pasto alargaría la etapa final, postergando la obtención de peso de faena. A su vez, se pierde la ventaja de mayores ganancias de peso en la terminación en los animales que tuvieron mejores condiciones de recría cuando se terminan a pasto.

En cambio, en un sistema donde la terminación o engorde es en corral es de suma importancia el tipo de recría que hayan tenido los animales, o sea las ganancias diarias de peso obtenidas durante su primer invierno. Aquellos terneros que hayan sido criados en condiciones de altas tasas de ganancia

(recría a corral) van a iniciar con anterioridad la terminación, van a presentar mayores tasas de ganancias durante la terminación y por lo tanto la duración de dicha etapa va a ser menor.

4.2 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

Como se puede observar en el cuadro No. 9 los tratamientos CA, CB y PA mostraron una eficiencia de conversión menor ($p<0,05$), más eficientes, en relación al tratamiento PB durante la terminación en confinamiento. La eficiencia de conversión del tratamiento PB fue superior, menos eficiente, en relación a la eficiencia de conversión de los demás tratamientos. Aunque no fue significativa, existió una mejora en la eficiencia de conversión en la medida que el manejo nutricional durante la recría fue superior, siendo más eficientes los animales pertenecientes a tratamientos recriados a corral, por lo que animales que tienen una ganancia de peso superior en su primer invierno son los más eficientes en su terminación en confinamiento.

Cuadro No. 9: Consumo relativo de materia seca como porcentaje del peso vivo (PV%) y eficiencia de conversión (kg MS/kg PV) durante la terminación a corral según manejo durante su recría.

Recría	Consumo de MS (%PV)	EC (kg MS/kg PV)
CA	2,86 a	7,12 b
CB	2,75 ab	7,20 b
PA	2,62 b	7,97 b
PB	2,61 b	8,92 a

Nota: Líneas con letras diferentes difieren por el test de Tukey ($p<0,05$).

Como es posible observar los tratamientos CA y CB fueron los que presentaron los mayores consumos relativos de materia seca ($p<0,005$). La

eficiencia de conversión del alimento fue mayor o dicho de otra manera, menos favorable para el tratamiento PB, una vez que fue necesario mayor cantidad de alimento para producir 1 kilogramo de peso vivo. Los grupos CA y CB, a pesar del mayor consumo de materia seca, en contrapartida mostraron una mayor ganancia de peso en el confinamiento y en consecuencia una eficiencia de conversión superior.

En la figura No. 16 se presenta la relación entre la ganancia de peso durante el primer invierno y la eficiencia de conversión (kg MS/kg PV) en la terminación en confinamiento. Como puede observarse, existe una relación lineal y negativa entre la ganancia de peso durante el primer invierno (recría) y la eficiencia de conversión en el confinamiento durante la terminación (segundo invierno). Esto significa que en la medida que la ganancia diaria de peso en el primer invierno es mayor, la eficiencia de conversión en la terminación disminuye (más eficientes). Este resultado es muy importante desde el punto de vista práctico, ya que en la medida que mejoran las condiciones de recría de los animales durante su primer invierno, mejora su eficiencia de conversión durante la terminación. Por lo tanto, en una situación de engorde a corral durante la terminación, es conveniente elegir los animales con mayor ganancia de peso durante el primer invierno, ya que probablemente serán los más eficientes.

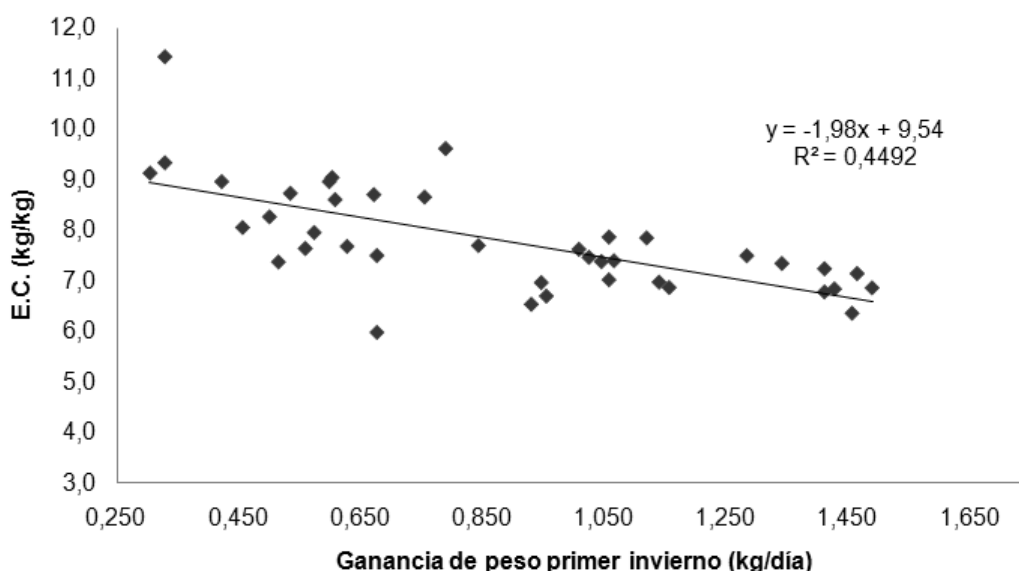


Figura No. 16: Relación entre la ganancia diaria de peso durante el primer invierno (kg/día) y la eficiencia de conversión (kg MS/kg PV) en la terminación en confinamiento.

Cuando se analizó la relación entre la eficiencia de conversión en la recría y la eficiencia de conversión en terminación los resultados indicaron que no existe asociación entre estas variables (figura No. 17). En términos generales, la correlación (r) entre la eficiencia de conversión durante la recría y la eficiencia de conversión en la terminación fue próxima de cero ($r = \text{raíz cuadrada de } R^2$). También puede observarse que la dispersión de la eficiencia de conversión durante la recría fue superior en relación a la eficiencia de conversión durante la terminación. Esto probablemente sea consecuencia de los tratamientos aplicados durante la recría (CA y CB).

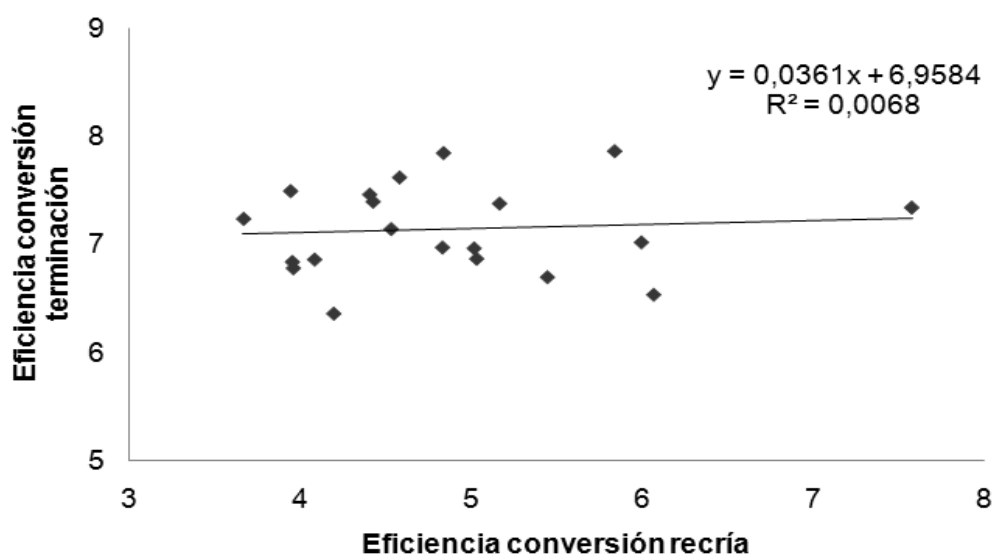


Figura No. 17: Relación entre la eficiencia de conversión durante la recría (kg MS/kg PV) y la eficiencia de conversión en la terminación (kg MS/kg PV).

Los resultados obtenidos en este trabajo difieren de los resultados publicados por Jones et al. (2006), donde encontraron una relación positiva entre la eficiencia de conversión durante la recría y la terminación. Estos autores trabajaron con novillos de razas británicas con dos tipos de dieta durante la recría: moderada (11% PC y 1,59 Mcal ENm/kg MS) y baja (11% PC y 1,32 Mcal ENm/kg MS). Los animales fueron alimentados *ad libitum* hasta alcanzar el 60% del peso estimado de faena. En ese momento, todos los animales fueron alimentados con una ración de alta energía (2,22 Mcal ENm/kg MS) sobre una base *ad libitum* hasta que llegaron a los requerimientos de mercado (12 mm de grasa dorsal según lo determinado por ecografía). Como resultado del trabajo se obtuvo que durante la fase de recría la eficiencia de conversión del alimento fue menor (más eficiente) en los grupos con dieta moderada (M) que en los grupos con dieta baja (B), debido a su mayor consumo y ganancia de peso. A su vez, en la fase de terminación, los grupos de dieta M aumentaron las ganancias de peso y fueron más eficientes en

comparación con el grupo de la dieta B. O sea que, los animales más eficientes durante la fase de crecimiento fueron más eficientes en la etapa de terminación.

Schoonmaker et al. (2004), encontraron que los novillos alimentados con concentrado (ya sea en consumo restringido o *ad libitum*) durante la fase de crecimiento fueron más eficientes durante la fase de terminación, en comparación con animales consumiendo *ad libitum* dietas con base forrajera durante la recría. Sainz et al. (1995) reportaron similares resultados en un estudio realizado con novillos bajo 2 planos nutricionales diferentes: dieta en base a forraje en comparación con una dieta concentrada con consumo restringido. En dicho trabajo se demostró que las diferencias en la eficiencia de conversión fueron relacionadas con los cambios en los requerimientos de mantenimiento y consumo.

Otra variable de interés que se analiza en el presente trabajo es el peso al inicio de la terminación y su repercusión sobre la eficiencia de conversión durante la terminación. En la figura No. 18 se presenta la relación entre el peso vivo al inicio del período de terminación y la eficiencia de conversión durante la terminación en el corral. La relación lineal entre estas características fue débil, ya que el coeficiente de determinación del modelo (R^2) fue bajo o próximo de cero, lo que limita la capacidad de predicción del modelo. A pesar de esta restricción, existió una tendencia de la eficiencia de conversión a aumentar (no favorable) en la medida que el peso al inicio de la terminación fue superior. Este resultado es esperado, desde el momento que los animales que entran al confinamiento con mayor peso, generalmente, están depositando mayor cantidad de grasa en su ganancia, y por lo tanto se espera que la eficiencia de conversión sea mayor (más kilos de alimento para convertir en 1 kilo de peso vivo). Un aspecto que debemos recordar, es que el período de terminación fue constante para todos los tratamientos, o sea que los pesos finales fueron

diferentes para cada corral. En el supuesto caso que el criterio de terminación hubiese sido peso constante para todos los corrales, las relaciones entre peso al inicio del corral y la eficiencia de conversión serían diferentes.

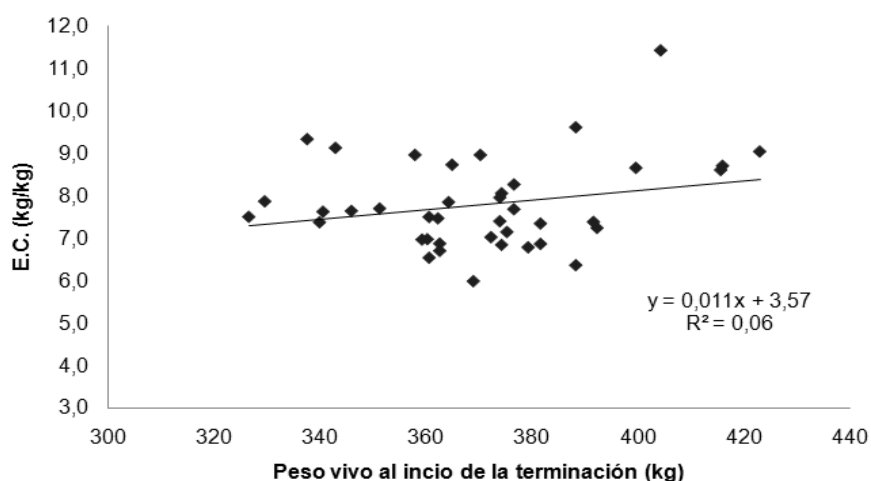


Figura No. 18: Relación entre el peso vivo al inicio de la terminación y la eficiencia de conversión (kg MS/kg PV) durante la terminación a corral.

Ceconi et al. (2008a) trabajando en un sistema de recría a corral de terneros Aberdeen Angus, con dos niveles de engrasamiento inicial (bajo: 0,1 cm y alto: 0,2 cm) y peso vivo inicial (terneros livianos: 164.7 kg; : terneros pesados: 219 kg), encontraron similares resultados a los obtenidos en el presente estudio, donde los animales que comenzaron la fase a corral menos engrasados y más livianos consumieron menos kilos de alimento y fueron más eficientes en convertir ese alimento en músculo. En el cuadro No. 10 se presenta para los tratamientos terminados en confinamiento la relación entre el consumo de materia seca durante la recría y la terminación, el consumo de materia seca total, y la eficiencia de conversión (EC) en la terminación y global (recría+terminación).

Cuadro No. 10: Consumo de materia seca (CMS) durante la recría, terminación y total (kg MS), y eficiencia de conversión (EC; Kg MS/Kg PV) en la terminación y global (recría+terminación) según tratamiento durante la recría.

Recría	CMS Recría	CMS Terminación	CMS Total	EC Terminación	EC Global
CA	396 a	1.172	1.568 a	7,12 b	5,99 b
CB	340 b	1.118	1.458 a	7,20 b	6,62 b
PA	-	1.136	1.136 b	7,97 b	7,97 a
PB	-	1.097	1.097 b	8,92 a	8,92 a

Nota: Líneas con letras diferentes difieren por el test de Tukey ($P < 0,05$).

Los animales criados en mejores condiciones (CA y CB) mostraron mayores valores de consumo de materia seca total y tuvieron una mejor eficiencia de conversión global. Este resultado, probablemente, es consecuencia de la alta eficiencia de conversión durante las etapas de recría y terminación de los tratamientos CA y CB.

A partir de los resultados generados en este trabajo, es posible afirmar que animales que presenten mayores tasas de ganancia de peso durante la recría van a obtener mejor eficiencia de conversión en la fase II o de terminación. Al mismo tiempo dichos animales presentarán valores de consumo de MS superiores, una mayor ganancia de peso y una mejor eficiencia global del sistema. Obtener estos resultados en un sistema de producción intensiva de carne es de suma importancia ya que se necesita menos cantidad de alimento para lograr el peso de faena objetivo.

En base a los resultados encontrados en este trabajo, implementar la estrategia del encierro de terneros durante el primer invierno de vida es una tecnología recomendable en sistemas con terminación a corral. Incluir en la

ganadería de carne un doble encierre trae como consecuencia un mayor consumo de MS total, mayores tasas de ganancia de peso y una mejor eficiencia de conversión global del sistema.

4.3 ALTURA DE ANCA

La evolución de la altura de anca fue afectada significativamente por todos los factores incluidos en el modelo (terminación, peso vivo inicial, altura de anca inicial, días e interacción entre recría, terminación y día), con excepción del manejo durante la recría ($p=0,1806$). De todos los factores antes mencionados que afectaron significativamente a la variable altura de anca el que mayor efecto tuvo fue la interacción recría*terminación*día.

En el Cuadro No. 11 se presenta la altura de anca de los animales de cada tratamiento al final del período de terminación. En términos generales, los animales con terminación sobre pastura tuvieron una mayor altura en relación a los animales terminados en confinamiento. Dentro de terminación a corral, los grupos CA y CB, fueron los grupos que presentaron las menores alturas. Este resultado es esperado una vez que los grupos CA y CB terminados a corral fueron los animales faenados más precozmente.

Cuadro No. 11: Altura de los animales al final del período de terminación según tratamiento.

Terminación	Recría	Altura (cm)
Corral	CA	127,7 d
	CB	127,6 d
	PA	129,9 c
	PB	129,5 cd
Pastura	CA	132,1 ab
	CB	133,2 a
	PA	131,1 bc
	PB	131,3 abc

Nota: Líneas con letras diferentes difieren por el test de Tukey ($P < 0,05$).

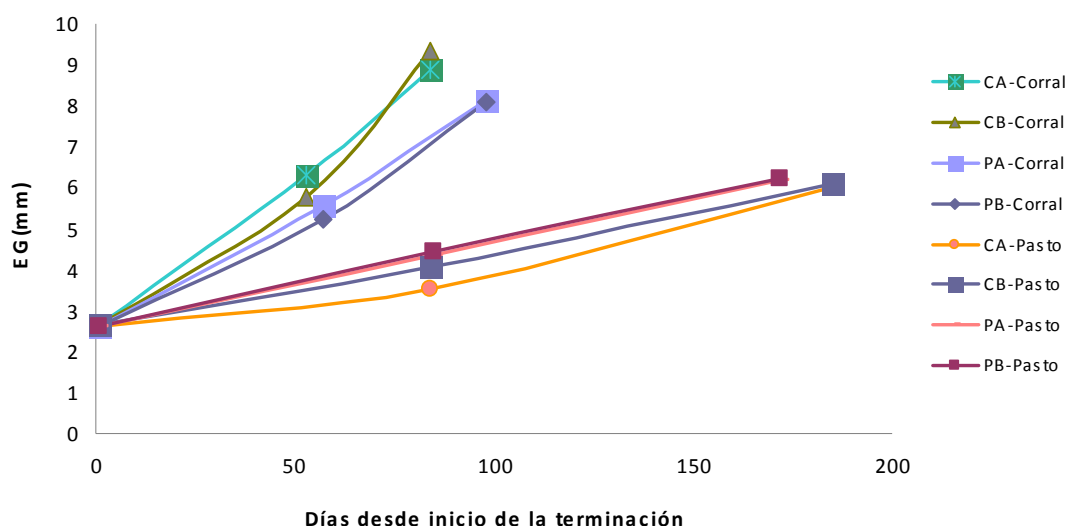
Similares resultados obtuvieron Buskirk et al. (1995), quienes trabajando con terneras recriadas en base a pastura con dos niveles de suplementación (con ganancias de 0,430 y de 0,620 kg/d), obtuvieron como resultado que las vaquillonas que reciben mayor suplementación tendieron ($P=0.080$) a aumentar la altura de la cadera al año de edad en comparación con aquellos que recibieron baja suplementación, sin embargo, no hubo diferencias después de esta edad.

En la terminación a pasto, en cambio, existió una tendencia ($p=0,1396$) a que los tratamientos recriados en pasturas sean más bajos que los recriados a corral. Las dos variables que mayor impacto tuvieron sobre la altura final de los animales fueron la duración de la etapa de terminación (días) y la altura al momento del inicio de la misma (altura inicial). De esta manera y con los resultados obtenidos en este trabajo, se puede afirmar que la decisión que se tome al momento de elegir el tipo de recría y de terminación estará afectando la edad de faena de los animales y por consiguiente su altura.

4.4 EVOLUCIÓN DEL ESPESOR DE GRASA SUBCUTÁNEA

En términos generales y como se observa en la figura No. 19, los animales terminados a corral mostraron mayor espesor de grasa subcutánea (EGS) en relación a los tratamientos terminados en pasturas ($p < 0,005$). Esta diferencia se debe principalmente a que los primeros recibieron una dieta con mayor oferta energética la cual se tradujo en una mejor ganancia diaria de peso.

La interacción entre tipo de recría, terminación y día afectó significativamente la evolución del EGS durante el período de terminación. Durante el engorde a pasto, no hubieron diferencias en la tasa de incremento de EGS entre los diferentes tipos de recría, o dicho de otra manera, el manejo durante la recría no afectó ($p < 0,005$) el EGS cuando la terminación fue sobre pasturas. Esto se explica básicamente porque no existieron diferencias significativas para la ganancia de peso entre los grupos de recría durante la fase II o de terminación.



Nota: PB-Corral: Recría pastura baja ganancia y terminación en corral. PB-Pasto: Recría pastura baja ganancia y terminación en pasturas. CB-Corral: Recría corral baja ganancia y terminación en corral. CB-Pasto: Recría corral baja ganancia y terminación en pasturas. CA-Corral: Recría corral alta ganancia y terminación en corral. CA-Pasto: Recría corral alta ganancia y terminación en pasturas. PA-Corral: Recría pastura alta ganancia y terminación en corral. PA-Pasto: Recría pastura alta ganancia y terminación en pasturas.

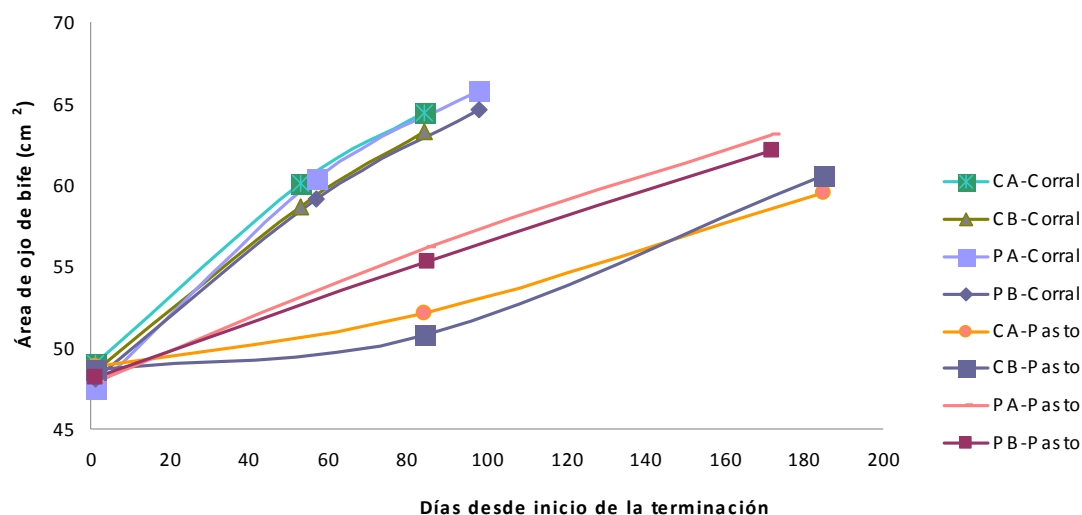
Figura No. 19: Evolución de las medias ajustadas para deposición de grasa subcutánea según tratamiento.

Durante la terminación en confinamiento, los grupos CA y CB mostraron un mayor incremento en el espesor de grasa subcutánea con respecto a los tratamientos criados en pasturas. Este contraste es consecuencia de las diferencias observadas para la ganancia diaria de peso, donde los tratamientos con mejor manejo nutricional durante la recría mostraron un mayor desempeño en la terminación en el confinamiento y por lo tanto una deposición de grasa subcutánea superior. De manera que, cuando la terminación de los animales se realiza en condiciones de engorde a corral, los novillos con mejor manejo nutricional durante el período de recría tienden a presentar mayor cobertura de grasa dorsal al final del período de terminación.

Similares resultados fueron encontrados por Ceconi et al. (2009), quienes evaluaron el efecto de dos tipos de recría de terneros contrastantes (Corral vs. Pasto) sobre las variables: peso y espesor de grasa dorsal iniciales y finales, ganancia de peso (ADPV) y tasa de engrasamiento. Los tratamientos evaluados consistieron en dos sistemas de recría: RC, autoconsumo de silaje de cebada y ración; RA, pastoreo directo de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*), con un nivel de asignación forrajera no limitante del consumo. Ambos tratamientos de recría fueron terminados a corral y como criterio de finalización de dicha etapa los animales debían alcanzar como mínimo 370 kg de peso vivo y 6 mm de grasa dorsal. Estos autores observaron que los terneros RC comenzaron la fase de engorde con mayor espesor de grasa dorsal respecto de los RA a igual peso, e igual tasa de engrasamiento.

4.5 EVOLUCIÓN DEL ÁREA DEL OJO DEL BIFE

El área del ojo del bife (AOB) es una característica que al igual que el espesor de grasa subcutánea, está fuertemente influenciada por la fase de terminación ($p < 0,0001$) y por la interacción que existe entre tipo de recría*terminación*día, y es por esta razón que se obtuvieron similares resultados en ambas características. Cuando se analiza el efecto que tiene la variable tipo de terminación sobre el AOB se observa que los tratamientos que presentaron mayor área (cm^2) fueron aquellos que recibieron una dieta con mayor oferta energética y que como consecuencia lograron mayores tasas de ganancia de peso diario durante la terminación. De ahí que, los tratamientos terminados en confinamiento fueron los que presentaron las mayores AOB (figura No. 20).



Nota: PB-Corral: Recría pastura baja ganancia y terminación en corral. PB-Pasto: Recría pastura baja ganancia y terminación en pasturas. CB-Corral: Recría corral baja ganancia y terminación en corral. CB-Pasto: Recría corral baja ganancia y terminación en pasturas. CA-Corral: Recría corral alta ganancia y terminación en corral. CA-Pasto: Recría corral alta ganancia y terminación en pasturas. PA-Corral: Recría pastura alta ganancia y terminación en corral. PA-Pasto: Recría pastura alta ganancia y terminación en pasturas.

Figura No. 20: Evolución de las medias ajustadas para el AOB según tratamiento.

A pesar de no haber existido diferencias significativas para la variable tipo de recría ($p=0,1304$) sobre el AOB, sí se observó, en la terminación a pasto, una tendencia a mostrar mayores valores de AOB los tratamientos recriados con PA y PB en relación a los grupos CA y CB. Esto probablemente es consecuencia del mayor período de terminación que experimentaron los grupos PA y PB, quienes demoraron más en alcanzar el peso de faena y por lo tanto se faenaron con superior edad.

Lo expuesto en el párrafo anterior deja en evidencia la existencia del efecto que tiene la interacción entre tipo de recría, terminación y tiempo. O sea, aquellos animales que durante su primer invierno de vida reciban una dieta de menor valor nutritivo y sean terminados en pasturas, en consecuencia, van a

presentar mayores valores de AOB al finalizar la fase de engorde debido a que van a ser faenados con mayor edad, con respecto a aquellos tratamientos mejor recriados y siempre y cuando el criterio de matanza sea peso vivo.

Montossi y Sañudo (2007), al trabajar con corderos pesados de la raza Corriedale en 4 sistemas de producción, obtuvieron como resultado que el AOB y el nivel de engrasamiento determinados *in vivo* aumentaron con el incremento en el nivel de alimentación. Esa información coincide con varios trabajos realizados en INIA en esta área (Montossi et al., 2002). Por otra parte, a partir de la información nacional e internacional resumida y analizada por Montossi et al. (2002), estos autores concluyen que el efecto del nivel nutricional sobre el área del ojo del bife y el nivel de engrasamiento, es variable, pero en general se acepta que cuando las comparaciones se realizan ajustadas por el peso vivo del animal durante el momento de la medición, existe un efecto inducido por el nivel nutricional aumentando el nivel de engrasamiento de la canal y la proporción de cortes valiosos a través de su asociación positiva con el AOB.

4.6 CARACTERÍSTICA DE LA CANAL Y CARNE MEDIDAS POST-FAENA

4.6.1 Espesor de grasa subcutánea

Como se observa en el cuadro No. 12, no se encontró un efecto estadísticamente significativo del tipo de recría sobre la característica EGS. Esto quiere decir que, independientemente del tipo de recría que tengan los animales el EGS va a ser el mismo dentro de los grupos de novillos terminados en confinamiento o en pasturas. Ahora bien, sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos terminados en confinamiento vs. pasturas ($p < 0,0001$). Dichas diferencias encontradas en el incremento en la deposición de grasa subcutánea, son consecuencia de las diferentes ganancias de peso observadas en los tratamientos durante la fase II

o de terminación. Cabe acotar que todos los tratamientos superaron los valores mínimos de EGS requeridos por la industria frigorífica el cual es de 6 mm.

Cuadro No. 12: Peso canal caliente, espesor de grasa subcutánea (EGS), área del ojo del bife (AOB) y marmoreo post-mortem.

Terminación	Recría	PCC (kg)	EG (mm)	AOB (cm ²)	Marmoreo
Corral	CA	256,3 a	8,6a	57.1a	280 a
	CB	253,7 ab	9,3a	55.3ab	249 ab
	PA	249,8 abc	8,2a	55.4ab	225 bc
	PB	247,6 bc	8,4a	54.7ab	194 cd
Pastura	CA	246,4 c	6,2b	53.0b	176 cd
	CB	247,0 bc	6,0b	52.9b	182 cd
	PA	247,8 bc	6,3b	53.1b	180 cd
	PB	249,2 bc	6,4b	53.7b	149 d

Nota: Letras diferentes entre tratamientos, en una misma columna muestran diferencias significativas al 5%. Marmoreo Sistema USDA (USDA. Agricultural Marketing Service,1997), prácticamente desprovisto: 100-199; trazas: 200-299; leve: 300-399; poco: 400-499.

Elizalde (1999), determinó que parámetros como peso de la res, marmoreado y grasa subcutánea están afectados por la concentración de energía de la dieta o por la cantidad de energía consumida. Al mismo tiempo, Sainz y Vernazza Paganini (2004), encontraron que animales bajo régimen de pastoreo ganaron peso (GMD=0.445 kg/día) sin incrementar el espesor de grasa subcutánea, no obstante, ésta aumentó rápidamente cuando los animales ingresaron al corral (dieta altamente energética) (GMD=1.44 kg/día). Dichos autores concluyeron que prolongados tiempos de pastoreo a bajas tasas de ganancia pueden disminuir la calidad de la canal, 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. El mismo autor señala que se asocia el rápido incremento en espesor de grasa subcutánea al elevado nivel de energía consumida por los animales durante la fase de confinamiento 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.

Por su parte, Robinson et al. (2001), encontraron que la mayor fuente de variación en la característica espesor de grasa subcutánea fue el tipo de terminación, seguido por la interacción entre la vía de crecimiento*tipo de mercado (japonés vs. coreano)*tipo de terminación y la relación entre nacimiento/lote al destete. En el mismo trabajo se sostiene que, aunque hay muchos factores que afectan el rendimiento en la terminación, el sistema de terminación en sí mismo (pastura *versus* corral de engorde) tuvo el mayor efecto en el espesor de la grasa y porcentaje de grasa intramuscular.

Es claro entonces, el efecto significativo que tiene la forma de terminación de los animales en la deposición de grasa subcutánea, asociado a la concentración energética de la dieta la cual determina no solo la ganancia diaria de peso sino que también la tasa con la que se obtiene dicha ganancia. A modo de resumen, y en base a los resultados obtenidos en este experimento, se puede afirmar que la variable que definen el grado de engrasamiento subcutáneo de los animales al finalizar la etapa de engorde es la concentración energética de la dieta. Esto hace referencia a que animales terminados en confinamiento (alimentos concentrados) presentan mayores tasas de ganancia de peso que se reflejan, entre otras cosas, en un incremento en la deposición de EGS.

4.6.2 Área del ojo del bife

En lo que refiere al resultado obtenido para la variable AOB post-mortem no se encontró un efecto significativo del tipo de recría. Al mismo

tiempo tampoco se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos terminados en confinamiento vs. pasturas (cuadro No. 12).

A pesar de lo expuesto en el párrafo anterior, se observa una tendencia a que animales terminados en confinamiento obtengan mayores valores de AOB en relación a los terminados en pasturas. Al mismo tiempo, dentro de la terminación en confinamiento los animales recriados con mayores tasas de ganancias tendieron a registrar mayores AOB.

En cuanto al efecto que tiene la concentración energética de la dieta durante la terminación sobre el AOB final, Vaz Martins et al. (2007) encontraron similares resultados al trabajar con novillos de la raza Hereford de sobre año (391 kg de peso vivo promedio). En dicho trabajo se obtuvo como resultado que el incremento del AOB fue significativamente mayor para los animales del tratamiento de alimentación a corral en base a concentrados *ad libitum* frente a los tratamientos con pasturas más suplementación, y el incremento en el nivel de engrasamiento estuvo directamente relacionado al nivel de energía de la dieta, presentando diferencias entre todos los tratamientos. En cuanto a las características de la canal, los animales alimentados en corral con concentrado *ad libitum* presentaron una mayor tasa de incremento del AOB ($P < 0.05$) que los demás tratamientos (pasturas y pasturas + suplemento). El incremento en el AOB no presentó diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos suplementados y sin suplementar a pastoreo y la tasa de engrasamiento en las dos medidas se incrementó en relación directa al nivel de grano de la dieta.

Aberle et al. (1981), al estudiar dietas con diferentes concentraciones de energía combinado con distintos períodos de consumo, obtuvieron que el tratamiento que fue alimentado con la dieta de bajo consumo de energía durante períodos más prolongados de tiempo tuvieron menor grasa en la canal,

menor área del ojo del bife, menor puntuación de grado de rendimiento, menor grado de marmoreo, grado inferior de calidad y un color más oscuro del *Longissimus dorsi* comparados con aquellos animales alimentados con la dieta de alta energía. Esto hace pensar que las concentraciones energéticas de las diferentes dietas tienen un efecto importante sobre el resultado del AOB. Al mismo tiempo, Beriau et al. (2007), observaron una tendencia a registrar una mayor AOB final en los tratamientos que presentaron mayor ganancia diaria de peso, a pesar de no haber encontrado diferencias significativas entre los tratamientos. Los autores afirman que las diferencias registradas en términos de ganancia diaria de peso entre tratamientos, no fueron suficientes para marcar diferencias significativas en AOB.

4.6.3 Grasa intramuscular

Como puede observarse en el cuadro No. 12 y al igual que para la característica EGS y AOB, no se encontró un efecto significativo del tipo de recría sobre el grado de marmoreo, tanto en los tratamientos terminados en confinamiento como los terminados en pasturas. Del mismo modo que para AOB, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos terminado en confinamiento vs. pasturas. Igualmente se observó una tendencia a que animales terminados en confinamiento registren mayores valores de GI en relación a los tratamientos terminados en pasturas.

A su vez, se registró una tendencia dentro de cada tratamiento de terminación (confinamiento o pasturas), a que animales con una mejor recría obtengan mayor grado de marmoreo o deposición de grasa intramuscular.

Este resultado coincide con lo publicado por Jones et al. (2006), quienes encontraron que grupos de animales criados con una dieta energéticamente inferior mostraron una reducción en la deposición de grasa

intramuscular durante la terminación en confinamiento ($P=0,005$), apoyando la hipótesis de que la restricción de energía durante la fase de crecimiento perjudica el desarrollo del tejido adiposo y la acumulación de grasa en la terminación.

En términos generales, se observó un score bajo para el grado de marmoreo, considerando como valor deseable el relacionado a Poco (Small), de acuerdo con la escala del sistema americano USDA (USDA. Agricultural Marketing Service,1997), el cual asegura un grado de calidad Choice, de precio diferencial en algunos mercados como por ejemplo el estadounidense. En el cuadro No. 12 se presentan los promedios para los niveles de marmoreado según la escala de USDA en los ocho tratamientos.

Las carnes provenientes de los tratamientos CA-Corral, CB-Corral y PA-Corral fueron las que alcanzaron los valores más altos para la característica grasa intramuscular y se calificaron como trazas. Los restantes tratamientos apenas alcanzaron el nivel de prácticamente desprovisto, siendo netamente inferior el tratamiento que combinó recría a pasto baja ganancia con terminación a pasto (PB-Pastura). Esto se explica básicamente a que la alimentación del tratamiento fue netamente pastoril y con ganancias de peso moderadas en el primer invierno de vida.

A pesar de que existe un mejor comportamiento para esta variable (GI) en los animales que tuvieron terminación a corral y dentro de estos, mejor aún cuando fueron asignados a dietas más energéticas durante la recría; estos valores determinan que en promedio, ninguno de los tratamientos presentó el grado de poco (Small), y por lo tanto fueron asignados con menores grados de calidad, según Quality Grade de USDA (USDA. Agricultural Marketing Service,1997), inferiores a Choice. De los 227 animales evaluados en planta

frigorífica, solo 2,2% de ellos (5 novillos) fueron clasificados como Choice, estando 1,7% en los tratamientos CA-Corral y CB-Corral y sólo el 0,5% restante en el tratamiento PA-Corral. La mayoría de los novillos (84%) clasificó como Standard y un 14% como Select.

Lo expuesto en el párrafo anterior es de suma importancia ya que la industria frigorífica bonifica a las carcasas con grado de marmoreo Choice o superior, y ninguno de los tratamientos presentados en este trabajo logró cumplir con dicho requisito (sólo 5 animales de 227). Para mejorar dichos valores debemos tener en cuenta otras variables como por ejemplo la genética.

Según Robinson et al. (2001), la ganancia media diaria durante la recría tiene un alto impacto sobre el contenido final de grasa intramuscular en novillos terminados a igual peso de canal y espesor de grasa, tanto en pasturas como en corral. El presente trabajo coincide con lo expuesto por Robinson et al. (2001) ya que dentro de cada terminación, pastura o corral, si bien no se registraron diferencias estadísticamente significativas la tendencia fue que aquellos tratamientos que presentaron una mayor ganancia diaria en la fase I o de recría llegaron a la faena con mayor deposición de grasa intramuscular.

Nuevamente y al igual que para la característica EGS, queda en evidencia que el tipo de terminación es la variable que tiene mayor impacto en el resultado final obtenido en términos de grasa intramuscular. Este resultado concuerda con lo encontrado por Robinson et al. (2001), quienes sostienen que el sistema de terminación en si mismo es el factor que mayor efecto tiene sobre las características EGS y GI. Los autores expresan que es probable que esto se produzca por 2 razones: en primer lugar la alta tasa de crecimiento de los novillos terminados en confinamiento los predispone a un aumento en la deposición de grasa, y en segundo lugar, incluso a igual tasa de crecimiento,

los animales comiendo una dieta a base de granos depositan grasa a tasas mayores comparados con novillos con dietas a base de forrajes.

Al mismo tiempo, los autores mencionados en el párrafo anterior, obtuvieron que los terneros que fueron recriados en pasturas presentaron en la fase de terminación menores valores de GI en relación a los recriados en pasturas más suplemento. Cabe aclarar que el peso objetivo de faena era de 600 kg de PV (mercado japonés). En dicho trabajo se obtuvo que los principales factores que determinan el nivel de engrasamiento intramuscular son la raza, el tipo de recría (solo pastura; pastura + suplemento), el sistema de terminación (pastura; confinamiento) y el mercado (peso de faena).

Jones et al. (2006), trabajo descrito en párrafos anteriores, concluyeron que las diferencias observadas en el aumento de grasa se debieron en parte a las diferencias en las tasas de crecimiento. En los tratamientos la mayor tasa de crecimiento, en especial dentro del grupo de dieta moderada, coincide con el aumento en la deposición de grasa intramuscular y subcutánea, así como con la mayor tasa de ganancia y eficiencia alimenticia.

Los resultados recientes (Ross et al., citados por Jones et al., 2006) de que la nutrición durante la recría puede afectar a la expresión de genes específicos de tejido adiposo sugieren una posible explicación para entender la menor deposición de grasa en novillos subalimentados durante la recría. Las diferencias en la deposición de grasa entre una dieta baja y una moderada apoyan la hipótesis de que el desarrollo de los adipocitos se ve afectado por la restricción de energía en etapas tempranas de la fase de crecimiento.

5. CONCLUSIONES

La ganancia de peso de los animales terminados a corral está influenciada por el manejo alimenticio diferencial que recibieron los animales durante la etapa de recría; los tratamientos recriados en corral registraron ganancias de peso durante la terminación en confinamiento significativamente superiores a las logradas por los tratamientos recriados en pasturas. En los tratamientos terminados en pasturas no se registraron diferencias significativas en ganancia de peso en la terminación entre los diferentes tipos de recría.

La eficiencia de conversión durante la terminación a corral estuvo afectada por el manejo durante la recría. Mayores ganancias de peso en el primer invierno de vida resultan en menores valores de eficiencia de conversión (animales más eficientes) durante la etapa de terminación.

Animales recriados en mejores condiciones alimenticias registran mayores niveles de consumo de materia seca total, mayor ganancia de peso y mejor eficiencia de conversión global del sistema.

El manejo durante la etapa de recría no afectó la evolución de la altura de anca en la etapa de terminación. A su vez, los animales terminados sobre pastura tuvieron mayor altura en relación a los animales terminados en confinamiento una vez que se faenaron con mayor edad.

Para la característica EGS medida post-mortem, se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos terminados en confinamiento vs. pasturas. Los mayores valores obtenidos por los animales encerrados están relacionados directamente con la concentración energética de la dieta y con las mayores ganancias de peso obtenidas. El tipo de recría no

tuvo efecto significativo en el resultado obtenido de espesor de grasa subcutánea en ninguno de los 2 tratamientos de terminación.

Todos los tratamientos presentados en este trabajo obtuvieron valores de EGS superiores a los requeridos por la industria frigorífica (6 mm).

Sin bien no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos para AOB post-mortem, si se registró una tendencia a que animales con mayores ganancia de peso durante la terminación obtengan mayor área del ojo del bife (AOB), por lo que animales terminados en confinamiento presentan una tendencia a obtener mayor AOB en comparación a animales finalizados a pasto.

Al igual que para AOB, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la característica grasa intramuscular (GI) medida post-mortem. A pesar de esto, se observó en los tratamientos terminados en confinamiento una clara tendencia a que animales mejor recriados presenten mayores valores de GI.

Las altas tasas de ganancia de peso registradas por cada uno de los tratamientos durante la recría fue la principal variable que no permitió obtener diferencias estadísticamente significativas en las características de la canal (EGS, AOB y GI) medidas post-mortem. Dicho de otra manera, ninguno de los tratamientos tuvo durante su recría una restricción alimenticia severa que trajera como consecuencia una reducción en la deposición de tejido adiposo. En dicho sentido, es necesario generar mayor información a nivel nacional en relación al efecto nutricional durante la recría y sus efectos en etapas posteriores y características de la canal y carne.

6. RESUMEN

Los objetivos de este trabajo son evaluar el efecto del manejo nutricional durante la recría sobre la ganancia de peso individual de bovinos terminados a pasto o en confinamiento, cuantificar el manejo durante la recría sobre la eficiencia de conversión de animales terminados en confinamiento, y determinar el efecto de la nutrición post-destete y durante el período de terminación sobre las características de la res. El trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria “La Estanzuela”, ubicada en el departamento Colonia. Se utilizaron 240 terneros de la raza Hereford con un PV promedio de 170 kg al inicio del experimento. El ensayo tuvo inicio a fines de mayo de 2008 y fue dividido en dos etapas: recría y terminación. La recría transcurrió durante el 2008 y principios del año 2009, y la terminación comenzó en marzo de 2009 y finalizó en septiembre del mismo año. A los terneros recriados en confinamiento se les ofrecieron dos dietas contrastantes: alta (2,73 Mcal EM/Kg MS) y baja energía (2,50 Mcal EM/Kg MS). A los terneros recriados con pasturas se les ofreció avena con asignación de forraje de 2,5% y 5% del PV. Una vez finalizada la recría, todos los animales recibieron igual tratamiento: pastoreo de alfalfa durante la primavera de 2008 (AF 5%PV) y verano 2009 (AF 3%PV). Cuando cada lote alcanzó un PV promedio de 350 kg comenzó la fase de terminación, la cual finalizó cuando cada tratamiento alcanzó en promedio los 500 kg de PV. La terminación fue sobre pasturas o confinamiento. Los novillos en confinamiento recibieron una dieta con relación concentrado-voluminoso de 80:20, y a los tratamientos terminados a campo se les ofreció pastura de alfalfa y avena con una asignación de forraje del 5% del PV. Se midió el peso vivo de todos los animales, se registró la altura de anca y a través de la técnica de ultrasonografía se registraron los valores del AOB, EGS y GI. Una vez faenados los novillos se tomaron medidas de AOB, EGS y se clasificó la media res según el grado de marmoreo. Las medidas de peso, altura y

ultrasonografía fueron analizadas a través de un análisis de medidas repetidas en el tiempo, utilizando el programa SAS, con la opción *repeated* y para la comparación de las medias fue utilizado el test de Tukey ($P < 0,05$). La interacción entre manejo de la recría y tipo de terminación fue significativa ($p < 0,05$) para la ganancia diaria de peso durante la terminación. En el caso de la terminación en pastura, no existieron diferencias significativas ($p = 0,9005$) en términos de ganancia diaria de peso entre los tratamientos de la recría. Sin embargo, en los tratamientos terminados en confinamiento el manejo de la recría afectó de forma significativa ($p < 0,0001$) la ganancia diaria de peso durante la terminación. Los tratamientos CA, CB y PA fueron más eficientes ($p < 0,05$) que el tratamiento PB durante la terminación en confinamiento. Aunque no fue significativa, existió una mejora en la eficiencia de conversión en la medida que el manejo nutricional durante la recría fue superior. Los animales con terminación sobre pastura tuvieron una mayor altura en relación a los animales terminados en confinamiento. Para la característica EGS medida post-mortem, se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos terminados en confinamiento vs. pasturas. El tipo de recría no tuvo efecto significativo en el resultado obtenido de EGS en ninguno de los 2 tratamientos de terminación. Sin bien no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos para AOB, animales terminados en confinamiento presentan una tendencia a obtener mayor AOB en comparación a animales finalizados a pasto. En los tratamientos terminados en confinamiento una clara tendencia a que animales mejor recriados presenten mayores valores de GI.

Palabras clave: Recría; Terminación; Pastura; Corral; Ganancia de peso; Eficiencia de conversión; Características de la canal.

7. SUMMARY

The present study was conducted to evaluate the effect of the nutritional management during the rearing period on the individual weight gain of cattle finished on pasture or in confinement, to assess the management during the rearing period on the conversion efficiency of animals finished in confinement, and to determine the effect of post-nutrition weaning and during the finishing period on the characteristics of the animal. The experiment was developed at The National Agricultural Research Institute of Uruguay (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – INIA), 'La Estanzuela', Colonia, Uruguay. At the beginning of the experiment, a total of 240 Hereford calves with an average live weight of 170kg were used in this experiment. The experiment began by late May, 2008 and was divided in two phases: rearing and finishing period. Rearing period took place all year 2008 and early 2009 and the finishing period started by March, 2009 and finished on September 2009. Two contrasting diets were offered to the calves reared in confinement: a high-energy (2.73 Mcal ME/kgDM) and a low-energy diet (2.50 Mcal ME / kg DM). To calves reared on pastures, an oat pasture with a forage allowance of 2.5% and 5% of the live weight was offered. After the rearing period, all animals received equal treatment: alfalfa pasture during spring 2008 (AG 5% LW) and summer 2009 (AG 3% LW). When each group reached an average live weight of 350 Kg they began the finishing period, which ended when each treatment reached an average live weight of 500 kg. The finishing phase took place on pasture or feed lot. The steers in confinement received a diet with a ratio concentrate-bulk 80:20, and the treatments finished on pasture were offered alfalfa and oat pastures with a forage allowance of 5% of the live weight. Live weight of all animals was measured. Rump height was registered and through the technique of ultrasonography, REA, BFT and IMF values were recorded. Once the steers were slaughtered, BFT and REA measurements were done and the carcass was

classified depending on marbling degree. The measures of weight, height and ultrasonography were analyzed by means of a repeated measures analysis over time, using the SAS program with the repeat option and for comparison of means was used the Tukey test ($P < 0.05$.) The interaction between rearing management and the finishing type affected significantly ($p < 0.05$) the daily weight gain during the finishing phase. No significant differences were found in the case of finishing on pasture ($p = 0.9005$) in what respects to daily weight gain among the rearing treatments. However, on treatments finished on confinement the management of the rearing phase affected significantly ($p < 0.0001$) the daily weight gain during the finishing period. The HC, LC and HP treatments were more efficient ($p < 0.05$) than the HP treatment during finishing on confinement. Even though it was not significant, there was an improvement in the conversion efficiency as the nutritional management during rearing was superior. Those animals which were finished on pastures had a higher height in relation to those finished on confinement. Statistically significant differences were found between the treatments finished on pastures vs. confinement regarding the post mortem measures for the BFT trait. Rearing management did not affect significantly BFT results in both finishing treatments. Although there were no statistically significant differences between REA obtained values, animals finished on confinement show a tendency towards obtaining a higher REA values compared to animals finished on pasture. On treatments finished on confinement there was a clear tendency for animals reared on better conditions to show higher IMF values.

Keywords: Rearing period; Finished; Pasture; Confinement; Weight gain;
Conversion efficiency; Characteristics of the animal.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ABERLE, E. D.; REEVES, E. S.; JUDGE, M. D.; HUNSLEY, R. E.; PERRY, T. W. 1981. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain; time on a high energy diet. *Journal of Animal Science*. 52: 757-763.
2. ALVES, D.D. 2003. Crescimento compensatório em bovinos de corte. *Revista Portuguesa de Ciencias Veterinarias*. 98 (546): 61-67.
3. BAKER, J.F.; STEWART, T.S.; LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T.C. 1988. Multiple regression and principal components analysis of puberty and growth in cattle. *Journal of Animal Science*. 66 (11): 2147-2158.
4. BALDI, F. 2006. Ingestão de matéria seca em confinamento. In: Moraes Sampaio, A. A. org. *Avanços na exploração de bovinos para produção de carne*. Jaboticabal, FUNEP. cap. 1, pp. 157-186.
5. BERIAU, M.E.; IRIARTE, J.M.; TUCCI, D. 2007. 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. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. 115 p.
6. BLASINA, E. 2008. Entrevista a Eduardo Blasina. *El País. Suplemento Economía y Mercado*. Montevideo, Uruguay, abril. 15: 36-38.
7. BRITO, G.; PRINGLE, D.; DE LOS CAMPOS, G.; DE MATTOS, D.; FIGURINA, G.; CALISTRO, S. 2001. Utilización de la ultrasonografía para la predicción de la composición y calidad de la canal. Tacuarembó, INIA. 91 p. (Actividades de Difusión no. 261).

8. _____.; DEL CAMPO, M.; PITTALUGA, O.; SOARES DE LIMA, J.M. 2005. Una mejor recría para una mayor eficiencia en la producción de carne. Revista INIA. 3: 8-11.
9. BUSKIRK, D. D.; FAULKNER, D. B.; IRELAND, F. A. 1995. Increased postweaning gain of beef heifers enhances fertility and milk production. Journal of Animal Science. 73: 937-946.
10. CARTWRIGHT, T.C. 1970. Selection criteria for beef cattle for the future. Journal Animal Science. 30 (5):706-711.
11. _____. 1979. Size as a component of beef production efficiency; cow-calf production. Journal of Animal Science. 48 (4): 974-980.
12. CECONI, I.; DAVIES, P.; MÉNDEZ, D.; BUFFARINI, M.; ELIZALDE, J. 2008a. Efecto del nivel de engrasamiento inicial y de la ganancia de peso sobre el engrasamiento final de terneros criados a corral, 2007-2008. General Villegas, INTA. pp. 69-74.
13. _____.; ELIZALDE, J.C. 2008b. Encierre estratégico de terneros. Análisis de casos reales en sistemas de producción de carne. General Villegas, INTA. pp. 41-64.
14. _____.; RUSSI, J.P.; DAVIES, P.; MÉNDEZ, D. 2009. Efecto de la alimentación en la recría sobre performance productiva de novillos Británicos engordados a corral. General Villegas, INTA. pp. 73-74.
15. COOPERATIVE RESEARCH CENTER FOR BEEF GENETIC TECHNOLOGIES. 2009. On the growth path to profit. Armidale, NSW, University of New England. 28 p.

16. DICKER, R.W.; AYRES, J.F.; MCPHEE, M.J.; ROBINSON, D.L.; TURNER, A.D.; WOLCOTT, M.L.; KAMPHORST, P.G.; HARDEN, S.; ODDY, V.H. (2001). Post-weaning growth of cattle in northern New South Wales. 2. Growth pathways of steers. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41: 971–979.
17. DROUILLARD, J.S.; KUHL, G.L. 1999. Effects of previous grazing nutrition and management on feedlot performance of cattle. *Journal of Animal Science*. 77: 136–146.
18. ELIZALDE, J.C. 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.
19. _____.; CECONI, I. 2007. Encierre estratégico de terneros. General Villegas, INTA. pp. 59-61.
20. JONES, D.I.; ARAUJO, F.R.C.; RIBEIRO, F.R.B.; YOKOO, M.J.; SANCHES, A.C.; OLTJEN, J.W.; SAINZ, R.D. 2006. The effects of breed type and growing program on feedlot performance and fat gains in beef steers. *American Society of Animal Science*. 57: 201-204.
21. KOONG, L.J.; FERRELL, C.L.; NIENABER, J.A. 1985. Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. *Journal of Nutrition* 115: 1383-1388.
22. LANNA, D.P.; PACKER, I.U. 1998. Eficiência biológica e econômica de bovinos de corte. In: Workshop sobre Qualidade da Carne e

Melhoramento Genetico de Bovinos Carne (1998, San Carlos).
Proceedings. San Carlos, Embrapa-CPPSE. pp. 83-104.

23. LANNA, G.; MELO, F.E.; DOURADO, B.; ARAUJO, G.; TEODORO, R.L.; BRANDAO, M.; BOSCO, J.; DE ALMEIDA, M.; MADALENA, F.E. 2008. Predição do peso vivo a partir de medidas corporais em animais mestiços Holandês/Gir. *Ciência Rural* (Santa María). 38 (3): 778-783.
24. LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. 1997. Tropical animal health and production. *Growth of Farm Animals*. 30 (3): 219-246.
25. MENEZES, L. M.; BRAUNER, C. C.; PAPPEN, F. G.; MACHADO, J. P. M.; MORAES, J.C.F.; PIMENTEL, M. A. s.f. Efeito do frame e altura de garupa sobre o desempenho reprodutivo de novilhas Braford. (en línea). Pelotas, s.e. Consultado 23 sept. 2010. Disponible en <http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R1230-1.pdf>.
26. MONTOSI, F.; RISSO, D.F.; DE BARBIERI, I.; SAN JULIÁN, R.; CUADROS, R.; ZARZZA, A.; DIGHIERO, A. y MEDEROS, A. 2002. Utilización de mejoramientos; producción y calidad de carne ovina – Corderos Pesados. In: Risso, D.F.; Montossi, F. eds. Mejoramientos de campo en la región de Cristalino; fertilización y producción de carne de calidad y persistencia productiva.. Tacuarembó, INIA. pp. 59-73 (Serie Técnica no. 129).
27. _____.; SAÑUDO, C. 2007. Evaluación y promoción de la calidad de la carne y otros productos agroalimentarios uruguayos en base a los estándares de calidad de la Unión Europea y en función de los distintos sistemas productivos del Uruguay. In: Montossi, F.; Sañudo,

C. eds. Cooperación Hispano-Uruguaya; evaluación y promoción de la calidad de la carne bovina y ovina del Uruguay y el mercado Europeo. Montevideo, INIA. pp. 1 - 54 (Serie Técnica no. 166).

28. NORTHCUTT, S.L.; WILSON, D.E.; WILLHAM, R.L. 1992. Adjusting weight for body condition score in Angus cows. *Journal of Animal Science*. 70: 1342-1375.
29. OJEDA, A.; MOLINA, F.; CARMONA, D. 2007. Evaluación del crecimiento compensatorio como estrategia de manejo en vacunos de carne a pastoreo. *In*: Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal (6º., 2007, Maracay). Trabajos presentados. *Zootecnia Tropical*. 25: 41-50.
30. OWENS, F.N., DUBESKI, P., HANSON, C.F. 1993. Factors that alter growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*. 71: 3138-3150.
31. _____; 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.
32. _____; GARDNER, B. A. 2000. A review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 77: 1-18.
33. PRAVIA, M.I. 2003. Principales aspectos del uso de la ultrasonografía en el mejoramiento genético animal. (en línea). Las Brujas, INIA. s.p. Consultado 22 abr. 2010. Disponible en <http://www.hereford.org.uy>.

34. PURCHAS, R.W.; BURNHAM, D.L.; MORRIS, S.T. 2002. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *Journal of Animal Science*. 80: 3211-3221.
35. RIBEIRO, S.; POSSA, R.; DE CARVALHO, J.C.; MATTOS, E.; PEREIRA, J.; STERMAN, J.B. 2004. Estimativas de parâmetros genéticos para algumas características relacionadas ao *frame* em bovinos de corte. In: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal (5^o., 2004, Pirassununga). Trabalhos apresentados. Pirassununga, S.B.M.A. s.p.
36. ROBINSON, D.L.; ODDY, V.H.; DICKER, R.W.; McPHEE, M.J. 2001. Post-weaning growth of cattle in northern New South Wales. Carry over effects on finishing, carcass characteristics and intramuscular fat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 41: 1041-1049.
37. 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.
38. RYAN, W.J. 1990. Compensatory growth in cattle and sheep. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)*. 9: 653-664.
39. SAINZ, R.D.; DE LA TORRE, F.; OLTJEN, J.W. 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refeed beef steers. *Journal of Animal Science*. 73: 2971-2979.

40. _____. 1998. Crescimento compensatório em bovinos. In: Simpósio Sobre Produção Intensiva de Gado de Corte (1998, Campinas). Trabalhos apresentados. Campinas, C.B.N.A. pp. 22-38.
41. _____.; 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.
42. SCHOONMAKER, J.P.; CEVACA, M.J.; FLUTHARY, F.L.; ZERBY, H.N.; LOERCH, S.C. 2004. Effect of source and amount of energy, and rate of growth in the growing phase on performance and carcass characteristics of early- and normal-weaned steers. *Journal of Animal Science*. 82: 273-282.
43. SECCO, M. 2008. Nuevas oportunidades para seguir creciendo. *Revista Marfrig Campo*. 3 (26): 3-4.
44. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (7ª, 2005, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 8-28.
45. _____.; _____. 2006. Intensificando la producción de carne en invernada: de la teoría a la práctica. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (8ª, 2006, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 9-31.
46. _____.; _____. 2007. La invernada en los tiempos de la soja: ¿la hora del feed-lot?. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción

Intensiva de Carne (9ª., 2007, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 8-26.

47. _____; _____; FRANCO, J.; ELIZALDE, J.C. 2008. El engorde a corral (feedlot) en los sistemas pastoriles. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª., 2008, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 42-47.

48. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICA AGROPECUARIA. 2009. Anuario estadístico. (en línea). Montevideo. Consultado 14 mar. 2010. Disponible _____ en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,85,O,S,0,MNU:E:27;5;MNU:>.

49. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. AGRICULTURAL MARKETING SERVICE.1997. United States Standards for grades of carcass beef. (en línea). Washington, D.C. Consultado 10 abr. 2010. Disponible _____ en <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3002979>.

50. VAZ MARTINS, D.; LA MANNA, A.; MESSA, A.; FERNANDEZ, E.; DEL CAMPO, M.; BRITO, G. 2007. Performance animal y características carniceras in vivo de novillos Hereford sometidos a distintas estrategias de alimentación en la última etapa del proceso de engorde. In: Montossi, F.; Sañudo, C. eds. Diferenciación y valorización de la carne Ovina y Bovina del Uruguay en Europa- influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal,

atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana. Tacuarembó, Uruguay, INIA. cap. 5, pp. 37-42.

51. WOLFINGER, R. 1993. Covariance structure selection in general mixed models. *Communications in Statistics: Simulation*. 22 (4): 1079-1106.

9. ANEXOS

9.1 SALIDAS ESTADÍSTICAS

9.1.1 Fuente de variación para ganancia de peso vivo

	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Recría	3	216	147,59	<,0001
Terminación	1	216	182,03	<,0001
Peso Vivo Inicial	1	216	1881,15	<,0001
Día	58	2174	11,81	<,0001
Día*Recría*Terminación	24	2174	485,82	<,0001

9.1.2 Consumo como porcentaje del peso vivo

Recría	Consumo %PV
Corral Alta	2,86
Corral Baja	2,75
Pastura Alta	2,62
Pastura Baja	2,61

9.1.3 Fuente de variación para altura de anca

	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Recría	3	216	1,00	0,3927
Terminación	1	216	0,10	0,7578
Peso Vivo Inicial	1	216	4,81	0,2930
Altura de Anca Inicial	1	216	591,92	<,0001
Día	1	590	239,07	<,0001
Día*Recría*Terminación	7	590	4,57	<,0001

9.1.4 Fuente de variación para espesor de grasa subcutánea

	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Recría	2	215	0,31	0,7312
Terminación	1	215	221,94	<,0001
Peso Vivo Inicial	1	215	0,65	0,4194
Espesor de Grasa Subcutánea	1	215	189,95	<,0001
Día	7	399	401,36	<,0001
Día*Recría*Terminación	12	399	53,70	<,0001

9.1.5 Fuente de variación para área del ojo del bife

	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Recría	2	214	2,06	0,1304
Terminación	1	214	124,07	<,0001
Peso Vivo Inicial	1	214	13,14	0,0004
Área del Ojo del Bife Inicial	1	214	420,83	<,0001
Día	7	399	361,76	<,0001
Día*Recría*Terminación	12	399	27,63	<,0001

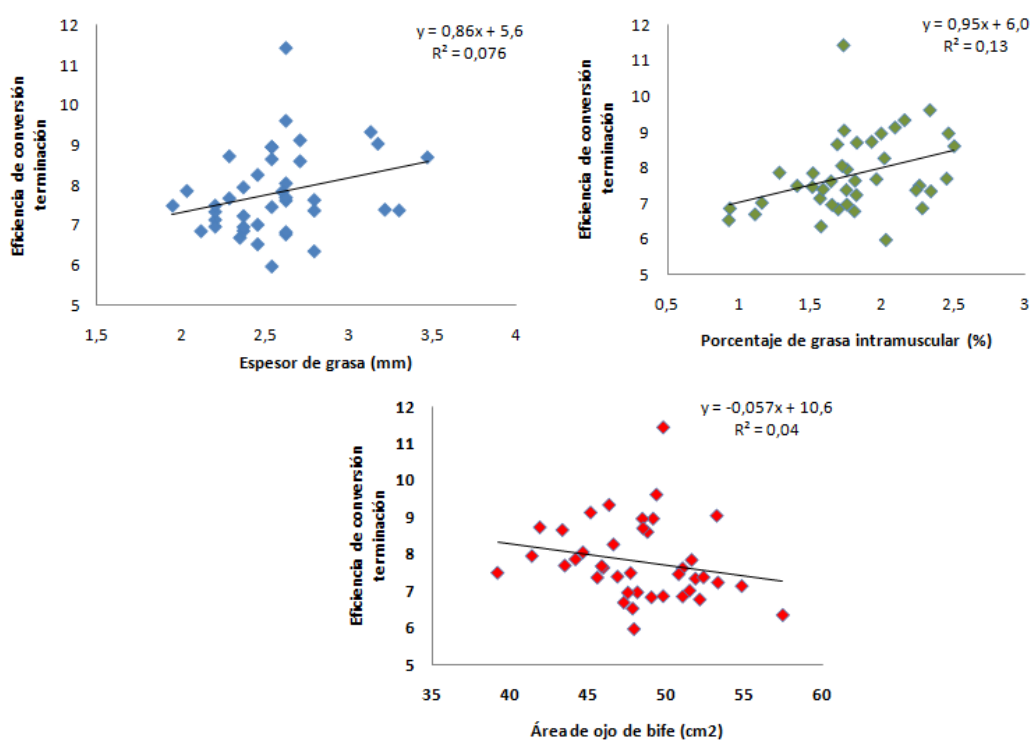
9.1.6 Contrastes de ganancia de peso

	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
PB pasto vs PA pasto	1	2248	2,03	0,1541
CB pasto vs CA pasto	1	2248	0,15	0,7033
CA pasto vs PA pasto	1	2248	0,25	0,6182
CB pasto vs PB pasto	1	2248	0,47	0,4938
CB pasto vs PA pasto	1	2248	0,71	0,3992
CA pasto vs PB pasto	1	2248	1,07	0,3012
CA y CB pasto vs PA y PB pasto	1	2248	0,02	0,9005
PB corral vs PA corral	1	2248	3,53	0,0603
CB corral vs CA corral	1	2248	0,34	0,5599
CA corral vs PA corral	1	2248	9,43	0,0022
CB corral vs PB corral	1	2248	20,15	<,0001
CB corral vs PA corral	1	2248	6,34	0,0118
CA corral vs PB corral	1	2248	25,48	<,0001
CA y CB corral vs PA y PB corral	1	2248	27,85	<,0001

9.1.7 Contrastes de tasas de incremento en altura durante la terminación

	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
PB pasto vs PA pasto	1	590	0,01	0,9208
CB pasto vs CA pasto	1	590	3,60	0,0584
CA pasto vs PA pasto	1	590	0,00	0,9861
CB pasto vs PB pasto	1	590	4,35	0,0374
CB pasto vs PA pasto	1	590	3,87	0,0495
CA pasto vs PB pasto	1	590	0,01	0,9093
CA y CB pasto vs PA y PB pasto	1	590	2,19	0,1396
PB corral vs PA corral	1	590	0,12	0,7318
CB corral vs CA corral	1	590	2,69	0,1015
CA corral vs PA corral	1	590	1,72	0,1901
CB corral vs PB corral	1	590	0,51	0,4759
CB corral vs PA corral	1	590	0,14	0,7042
CA corral vs PB corral	1	590	0,99	0,3190
CA y CB corral vs PA y PB corral	1	590	0,18	0,6678

9.2 RELACIÓN ENTRE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL AL INICIO DE LA TERMINACIÓN Y LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN



9.3 INDICADORES PRODUCTIVOS PARA LOS SISTEMAS ESTUDIADOS

Recria	Terminacióm	UG/ha promedio	gmd kg/cab	Meses	PC/ha
CA	Corral	1,99	0,890	13,0	657
CB	Corral	2,02	0,882	13,0	664
PA	Corral	1,65	0,826	14,0	617
PB	Corral	1,70	0,791	14,0	550
CA	Pastura	1,35	0,725	16,0	334
CB	Pastura	1,29	0,700	16,0	309
PA	Pastura	1,18	0,687	17,0	279
PB	Pastura	1,30	0,662	17,0	313