

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EL CONFINAMIENTO DE TERNEROS COMO ALTERNATIVA DE  
ALIMENTACIÓN INVERNAL**

**por**

**Marcos LAGRECA COURDIN  
Pablo MEDERO ROMAY  
Alejandro RATTÍN ARZAGUET**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2008**

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_  
Ing. Agr. (*Msc., Dsc.*) Virginia Beretta.

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. (*Msc., Dsc.*) Álvaro Simeone.

Fecha: 14 de abril de 2008.

Autor: \_\_\_\_\_  
Marcos Lagreca Courdin.

\_\_\_\_\_  
Pablo Martín Medero Romay.

\_\_\_\_\_  
Alejandro Rattín Arzaguet.

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestras familias por el apoyo que nos han dado en toda nuestra carrera. Gracias a ellos hoy podemos ser profesionales.

A los profesores de toda la carrera y en especial a nuestros tutores de tesis, Ing. Agrs. Virginia Beretta y Álvaro Simeone, por sus esfuerzos en la transmisión de conocimientos y en la preocupación de formar profesionales.

A los becarios de producción animal, Ing. Agrs. Gustavo Viera y Diego Cortazzo.

A los funcionarios de la E.E.M.A.C., por su colaboración en el trabajo de campo de la tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. <u>CARACTERÍSTICAS DE LA RECRÍA DE VACUNOS A PASTO</u> .....	3
2.1.1. <u>Utilización de mejoramientos de campo natural</u> .....	6
2.1.2. <u>Suplementación invernal sobre campo natural y campo natural mejorado</u> .....	9
2.1.3. <u>Suplementación sobre pasturas sembradas</u> .....	11
2.1.4. <u>Encierre estratégico de terneros</u> .....	13
2.2. <u>FACTORES QUE AFECTAN LA PERFORMANCE ANIMAL EN SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN A CORRAL</u> .....	15
2.2.1. <u>Características del animal</u> .....	15
2.2.2. <u>Acostumbramiento a la nueva dieta del corral</u> .....	19
2.2.3. <u>Dieta</u> .....	20
2.2.3.1. Fuentes de energía y proteína.....	20
2.2.3.2. Relación voluminoso/ concentrado.....	24
2.2.3.3. Fibra efectiva.....	26
2.2.3.4. Fuentes de fibra y fibra efectiva.....	28
2.2.4. <u>Formas de presentación de la dieta</u> .....	29
2.2.4.1. Ración totalmente mezclada vs. suministro de los ingredientes de forma separada.....	30
2.2.4.2. Autoconsumo vs. suministro diario de concentrado.....	31
2.2.4.3. Heno restringido vs. <i>ad libitum</i> .....	32
2.3. <u>GANANCIA DE PESO VIVO DE TERNEROS ALIMENTADOS A CORRAL Y SU EFECTO SOBRE LA PERFORMANCE POSTERIOR A PASTO</u> .....	32
2.3.1. <u>Resultados de encierre estratégicos realizados en diferentes sistemas de producción</u> .....	32
2.4. <u>HIPÓTESIS</u> .....	36

3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	37
3.1. LOCALIZACIÓN.....	37
3.2. CLIMA.....	37
3.3. SUELOS.....	38
3.4. PASTURAS.....	38
3.5. ANIMALES.....	38
3.6. CORRALES.....	38
3.7. TRATAMIENTOS.....	39
3.8. ALIMENTO.....	40
3.9. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	41
3.9.1. <u>Periodo pre-experimental</u> .....	41
3.9.2. <u>Periodo experimental</u> .....	42
3.9.2.1. Manejo de la alimentación.....	42
3.9.2.2. Manejo sanitario.....	43
3.9.3. <u>Periodo de pastoreo post-corréal</u> .....	43
3.10. DETERMINACIONES.....	44
3.10.1. <u>Peso vivo</u> .....	44
3.10.2. <u>Consumo de materia seca</u> .....	44
3.10.3. <u>Comportamiento animal</u> .....	45
3.10.4. <u>Eficiencia de conversión</u> .....	45
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	45
4. <u>RESULTADOS</u> .....	49
4.1. EVOLUCIÓN DEL PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA.....	49
4.2. CONSUMO.....	51
4.2.1. <u>Eficiencia de conversión</u> .....	54
4.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	54
4.3.1. <u>Comportamiento animal</u> .....	54
4.3.2. <u>Patrón de comportamiento</u> .....	57
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	62
5.1. EL CORRAL COMO ALTERNATIVA DE MANEJO INVERNAL DE TERNEROS.....	62
5.2. EFECTO DEL MEZCLADO DE LA FIBRA CON EL CONCENTRADO.....	63
5.3. EFECTO DE LA FORMA DE SUMINISTRO DE LA FIBRA: RESTRINGIDO VS <i>AD LIBITUM</i> .....	64
5.4. EFECTO DE LA FORMA DE SUMINISTRO DEL CONCENTRADO: DIARIO VS AUTOCONSUMO <i>AD LIBITUM</i> .....	64

5.5. DISCUSIÓN GENERAL.....	65
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	69
7. <u>RESUMEN</u> .....	70
8. <u>SUMMARY</u> .....	71
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	72
10. <u>ANEXOS</u> .....	83

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Distribución estacional (%) de producción de forraje en algunos suelos de zonas criadoras.....	4
2. Ganancia media diaria invernal de terneras/os manejados sobre campo natural. Resumen de antecedentes nacionales.....	5
3. Respuesta a la fertilización e intersiembra de leguminosas sobre una pastura natural del este.....	7
4. Efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia de peso, carga animal y producción por unidad de superficie de terneras pastoreando un campo mejorado con Lotus El Rincón durante julio a setiembre.....	8
5. Tasas de ganancia de terneras suplementadas durante su primer invierno sobre campo natural.....	9
6. Efecto de la suplementación sobre la oferta de forraje, ganancia de peso, carga animal y producción por unidad de superficie de terneras pastoreando un campo mejorado con Lotus El Rincón durante el periodo invernal.....	10
7. Resumen de la respuesta de vacunos en crecimiento a la intensidad de pastoreo y a la suplementación.....	12
8. Análisis comparativo de tres sistemas de inclusión del concentrado.....	33
9. Temperatura, humedad relativa y precipitaciones medias mensuales para Paysandú.....	37
10. Composición del concentrado y de la dieta (base seca).....	40
11. Composición química de los alimentos, del concentrado y de la dieta utilizados.....	41
12. Ganancia media diaria en el corral, a pasto y para todo el período, en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral.....	49
13. Diferencia en la ganancia media diaria en el corral, a pasto y para todo el período, en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral.....	50

14. Consumo de materia seca (CMS) en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral.....	52
15. Diferencias en consumo de materia seca en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral.....	53
16. Eficiencia de conversión del concentrado y de la MS total para los tratamientos.....	54
17. Probabilidad de encontrar a los animales consumiendo, rumiando o descansando durante el periodo de horas de luz (8 – 18 hs.), según tratamiento.....	55
18. Diferencias en la probabilidad de ocurrencia de determinada actividad en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral.....	56

#### Grafico No.

1. Relación entre el aumento de peso vivo dentro del corral y el aumento de peso en la etapa pastoril posterior, según la duración del periodo de pastoreo.....	35
2. Patrón de consumo de concentrado según tratamientos.....	58
3. Patrón de consumo de heno según tratamientos.....	59
4. Patrón de rumia según tratamientos.....	60
5. Patrón de descanso según tratamientos.....	61
6. Evolución del peso vivo para los periodos a corral y pasto, según tratamientos.....	62
7. Porcentaje de concentrado en el total de la dieta consumida, según tratamientos.....	67
8. Nivel de consumo de materia seca expresado como porcentaje de peso vivo según tratamientos.....	68

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Uruguay, las categorías vacunas de recría, principalmente los terneros de pariciones de primavera destetados a fines de otoño, son las más afectadas durante el invierno. Cuando estas categorías son manejadas sobre campo natural, el cual es la principal fuente alimenticia en zonas extensivas, se han demostrado pérdidas de peso vivo en torno a los 200 g/día.

El confinamiento estratégico de terneros se propone como una alternativa para aumentar el comportamiento individual de terneros en el periodo invernal, básicamente, cuando no existen otras alternativas forrajeras que permitan levantar la restricción invernal del campo natural. Asimismo, surge también como una manera de aumentar la eficiencia en el proceso de producción, con respecto al uso de grano, redireccionando el suministro de este insumo de alto costo, frecuentemente utilizado con la categoría en terminación, para una categoría más eficiente en la conversión del alimento. Esta técnica ha demostrado que permitiría obtener ganancias en torno a los 750-800 g/día en el corral, la cual ha sido indicada como óptimo, para potenciar el comportamiento posterior a pasto, durante la primavera.

En sistemas de alimentación a corral, la relación concentrado: voluminoso en la dieta y la forma de suministro de ambos tipos de ingredientes han sido indicadas como fuente de variación de la ganancia de peso vivo, afectando el consumo total de energía y el aprovechamiento de los nutrientes. En sistemas ganaderos, la disponibilidad de voluminoso es escasa, por lo cual dietas con baja inclusión del mismo (10-20%) serían las más adecuadas para estas condiciones de producción, buscándose una función física de la fibra, de estímulo de la rumia, más que nutritiva.

Otra restricción que enfrentan estos sistemas para la implementación de este manejo es de tipo operativo, relacionada con la forma de suministro, tanto del concentrado como del voluminoso, y asociada a la falta de maquinaria de distribución, picado y mezclado. En tal sentido, estrategias de autoconsumo, tanto del concentrado como del voluminoso resultarían beneficiosas, sin embargo, las mismas podrían atentar sobre el control del consumo y la relación voluminoso: concentrado, al permitir que el animal componga su propia dieta.

La estrategia de suministro de concentrado (autoconsumo vs. suministro diario) así como la forma de inclusión de la fuente de fibra cuando esta es un heno de baja calidad (mezclada con el concentrado u ofreciendo el fardo *ad libitum*) podrían afectar a la performance animal, modificando el consumo total de materia seca, la relación voluminoso: concentrado en el alimento consumido, el aprovechamiento de los nutrientes ingeridos y la eficiencia de conversión del alimento en el corral.

Es importante cuantificar estas relaciones a los efectos de generar los coeficientes técnicos que permitan decidir acerca de la estrategia más adecuada para las condiciones de producción predominantes.

En función de estos antecedentes, este trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto, sobre la performance animal de corto y mediano plazo, de diferentes estrategias de incorporación del concentrado y del voluminoso a la dieta de terneros de destete manejados en régimen de confinamiento durante el periodo invernal.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RECRÍA DE VACUNOS A PASTO**

Las pasturas naturales en el Uruguay presentan una marcada estacionalidad, donde el invierno es la estación del año con menor oferta forrajera, cuyos valores en porcentaje oscilan entre 4 y 15 % de la producción anual, para suelos contrastantes (Carámbula, 1991). Esta característica se acentúa en suelos como los de la zona Noreste donde los campos son netamente estivales (Carámbula, 1991).

En nuestro país la ganadería de cría es realizada fundamentalmente sobre campo natural, y en menor medida sobre campo natural mejorado, el cual además presenta un uso estratégico para diferentes categorías en diferentes momentos del año (Quintans, 2006).

La mayoría de las pariciones se da a fines de invierno, primavera, buscando con esto acompañar los mayores requerimientos nutritivos del rodeo con la mayor disponibilidad y calidad de forraje del campo natural, razón por la cual a inicios de invierno la mayoría de los terneros tienen entre seis y nueve meses de edad (Rovira, 1996).

El destete, es el comienzo de la recría del ternero y constituye una etapa crítica para el mismo, por lo cual debe ser realizado de manera tal que no resienta su comportamiento (tasa de ganancia y salud). Lo normal es destetar a los seis meses de edad, terneros destetados antes de los tres meses, se consideran destetados precozmente (Rovira, 1996).

Dadas las características generales del campo natural, en cuanto a disponibilidad y calidad éste no cubre los requerimientos de las categorías de recría, para crecimiento y desarrollo durante el período invernal, cuando son manejadas inadecuadamente. No obstante, existen diferencias en cuanto a los aportes invernales que pueden realizar los diferentes tapices naturales en cuanto a cantidad y calidad de forraje (Quintans, 2006).

Rovira (1996), considera que alimentos con digestibilidades menores al 50 % y niveles bajos de proteína (menores al 7 %), podrían provocar problemas

nutritivos, los cuales se manifestarían especialmente en animales jóvenes (categorías de recría).

Según García, citado por Carámbula (1996), la digestibilidad de las pasturas naturales del Uruguay oscilan entre 55, 58, 62, y 50 % (1,8 a 2,23 Mcal EM/kg MS) para otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente, en tanto los contenidos de proteína cruda promedio, varían entorno al 8 %, por lo que permitiría cubrir las necesidades de mantenimiento y alcanzar niveles moderados de producción (Carámbula, 1996).

Por otro lado, valores de proteína cruda en base seca, de las zonas criadoras del centro y Este del país durante el invierno reportados por Quintans (2006) se encuentran entre 5.4 y 14.9 % en suelos de basalto, entre 7 y 8 % para suelos de areniscas y entre 7 y 11% en algunos suelos de la zona del Este.

En el cuadro 1 se presenta un resumen de trabajos realizado por Quintans (2006) en donde se caracteriza la distribución estacional de la producción de forraje en zonas de cría del centro y Este del país.

Cuadro 1: Distribución estacional (%) de la producción de forraje en algunos suelos de zonas criadoras.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Autores	
Basalto Unidad Queguay Chico (suelo profundo)	31.4	21.1	15.7	31.7	Berreta y Bemhaja (1998)	y
Basalto Unidad Queguay Chico (suelo superficial)	33.3	21.5	15.1	30.1	Berreta y Bemhaja (1998)	y
Cristalino Unidad Sierra de Polanco (suelo de sierras)	41.5	27.5	5.0	26.0	Ayala et al. (1993)	al.
Cristalino Unidad Alfárez (suelo de lomadas)	38.0	23.4	9.7	28.9	Ayala et al. (1993)	al.
Suelos Arenosos	49.0	13.0	7.0	31.0	Bemhaja (2001)	

Fuente: Quintans (2006).

En términos generales, la distribución invernal de forraje producido es mayor en suelos de basalto (Centro y Norte), menor en suelos arenosos (Noreste) e intermedia en suelos sobre cristalino (Este) (Quintans, 2006).

Otra de las características del campo natural en el invierno, es la pérdida de calidad de su forraje por la acumulación de restos secos en el tapiz desde el otoño, el cual puede ascender a valores del 64 a 80% del total de la materia seca, con una digestibilidad del 20 a 30 % y un contenido de proteína cruda del 5,5 a 6,5% en base seca, valores reportados de pasturas de la zona Este (Quintans, 2006).

En el cuadro 2 se presenta un resumen de trabajos nacionales (Quintans et al. 1994, Gamio et al. 1995, Ochoa Scremini et al. 2004), mostrando el comportamiento individual de terneros y terneras manejados sobre campo natural a diferentes cargas y disponibilidades de forraje.

Cuadro 2: Ganancia media diaria invernal de terneras/os manejados sobre campo natural. Resumen de antecedentes nacionales.

Categoría	Época	Disponibilidad (kg MS/ha)	Carga (UG/ha)	Ganancia diaria (kg/a/d)	Autor
Terneras	I	2800	1,0	-0,032	1
	P	2800	2,0	-0,032	
Terneras	I	1500	0,5	-0,100	2
	I	2800	1,3	-0,050	3
	I	2000	0,7	-0,082	4
Terneros	I	1283	0,54	-0,179	5
	I	1010	0,54	-0,040	
Terneras	I	1307	0,54	-0,033	6
	I	1364	0,83	-0,225	

1-Ochoa Scremini et al. (2004), 2,3,4-Quintans et al. (1994), 5-Gamio et al. (1995), 6-Quintans (2002). I: invierno; P: primavera.

Se observa que para cargas que van desde 0,5 a 2 UG/ha y para disponibilidades al comienzo del período invernal que oscilan entre 1010 a 2800 kg MS/ha, terneros/as manejados sobre campo natural pierden peso en el orden de 180 a 30 g/día (Quintans et al. 1994, Gamio et al. 1995, Ochoa Scremini et al. 2004), lo que concuerda con las características de calidad del

alimento presentadas mas arriba y consideraciones sobre niveles de producción.

Diferentes alternativas tecnológicas se han ido evaluando para enfrentar el invierno en las zonas ganaderas, tratando de evitar la pérdida generalizada de peso y estado de animales en diferentes estados fisiológicos. Algunas de estas son los mejoramiento de campo (Carámbula 1996, Soca et al. 2001), la suplementación invernal de la recría sobre campo natural (Quintans, 2002), y pasturas sembradas (Simeone et al., 2005) y el encierre estratégico de terneros (Parra et al., 2006). Esta última alternativa es la de más reciente propuesta a nivel nacional, siendo más escasos los antecedentes. A continuación se revisa la información más relevante con respecto a cada una de ellas.

### **2.1.1. Utilización de mejoramientos de campo natural**

Los mejoramientos de campo natural constituyen una tecnología apropiada para muchas regiones del país, permitiendo tener dentro del predio un área de pasturas mejoradas, en calidad y cantidad (Carámbula, 1991).

Los mejoramientos de campo representan una etapa intermedia entre el campo natural propiamente dicho, y la ruptura del tapiz con el establecimiento de una pradera convencional, y su objetivo consiste en incrementar la producción de forraje y aumentar la calidad del tapiz natural por intermedio de la siembra de especies que lo complementen (Carámbula, 1996).

La deficiencia crónica de nitrógeno, y su importancia en la producción de materia seca en las pasturas naturales, es una de las principales razones por la cual las especies leguminosas forrajeras deben ocupar un lugar de primer orden como constituyentes de los mejoramientos siendo una importante fuente del nutriente para el ecosistema (Carámbula, 1996).

Dado lo anterior, las limitantes que se presenten por niveles inadecuados de fósforo en el suelo deben ser superadas, elevando el contenido de este nutriente mediante refertilizaciones adecuadas que permitan tener buena población de leguminosas en los mejoramientos (Carámbula, 1996).

Las leguminosas de mayor importancia utilizadas en mejoramientos están representadas por especies del género *Lotus* y *Trifolium* como *Lotus subbiflorus*, cultivar El Rincón (anual), *L. Pedunculatus*, cultivar Maku, *L. Corniculatus*, cultivar San Gabriel, *Trifolium repens*, cultivar Zapican (Carámbula, 1996).

El genero *Lotus*, presenta características tales como: una buena tolerancia a suelos de baja fertilidad, tolerancia a condiciones extremas de humedad y niveles elevados de acidez; mientras que el genero *Trifolium* presenta una adaptación amplia a diferentes ambientes, siendo tolerantes a condiciones de acidez del suelo, y mostrando gran variabilidad entre especies para adaptarse a condiciones de diferente textura y profundidad de suelo (Carámbula, 1996).

En el cuadro 3, puede observarse la respuesta obtenida en cantidad de materia seca total y por estación, al intersembrar con leguminosas y fertilizar un campo natural de la región este.

Cuadro 3: Respuesta a la fertilización e interseembra de leguminosas sobre una pastura natural del Este.

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
Campo natural	691	213	923	623	2250 KgMS/ha
CN mejorado	979	629	2189	1654	5500 KgMS/ha

Fuente: Mas y Bermúdez, citados por Carámbula (1991).

Se observa el incremento en la producción de materia seca total, de 2250 a 5500 kg MS/ha del campo natural y mejorado respectivamente, y un aumento de 3 veces en la producción invernal.

Si bien los mejoramientos de campo natural muestran un aumento en la producción de forraje total, la estacionalidad sigue siendo importante, no obstante se manifiestan grandes diferencias en la digestibilidad del forraje durante el período otoño invernal las cuales pueden llegar al 60 % cuando la oferta forrajera esta representada por un 66 % de leguminosas (Carámbula et al., 1992).

Con respecto a la performance animal sobre campo natural mejorado, Soca (2001), trabajando con terneras de  $193 \pm 15$  kg en un mejoramiento de campo con *Lotus* El Rincón sobre la unidad de suelos José P. Varela, durante los meses julio, agosto, setiembre (90 días), evaluaron el efecto de la asignación de forraje sobre la producción individual y por unidad de área, encontrando que a medida que aumentaba la asignación de materia seca de forraje desde 6 a 22% PV la ganancia diaria por animal aumentaba desde 0,17 a 0,58 kg y la producción por unidad de área disminuía desde 68 a 44 kg/ha. Con este sistema pastoril, la mayor producción por hectárea se dio con asignaciones de forraje de 6 y 12 % PV. Un resumen de estos resultados se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4: Efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia de peso, carga animal y producción por unidad de superficie de terneras pastoreando un campo mejorado con *Lotus* El Rincón durante julio a setiembre.

Asignación de forraje (% PV)	Ganancia diaria (kg/animal) <sup>1</sup>	Carga animal (an/ha)	Producción/ha (kg/ha)
6	0,17 a	2,5	68
12	0,47 b	1,25	68
17	0,55 c	0,82	49
22	0,58 c	0,62	44

<sup>1</sup> promedio de mínimos cuadrados ajustados de ganancia diaria de peso vivo.

Letras diferentes dentro de columnas difieren ( $p < 0,005$ )

Fuente : Soca (2001).

Terneras manejadas sobre campo natural mejorado con asignaciones de forraje de 3% registrarían ganancias en torno a 100 g/día, si el mejoramiento se encuentra con alto porcentaje de gramilla (de 40 a 60%) (Quintans, 2002). Según este autor, para lograr ganancias en torno a los 0,400 kg/a/d se necesitarían asignaciones de 18%.

Parodi et al. (2004) trabajando con terneras manejadas sobre campo natural mejorado con *Lotus* Maku, durante el periodo otoño - invernal, con asignaciones de forraje desde 2,8 a 12,7 % de peso vivo y con una disponibilidad promedio de 2357 kg MS/ha, encontraron ganancias de peso vivo desde 0,147 a 0,432 kg/a/d.

Por otro lado Andregnette Karlen et al. (1997) encontraron ganancias de 0,068 kg/a/d cuando se manejaron terneras sobre un campo natural mejorado con *Lotus corniculatus* con una asignación de forraje de 10% de peso vivo, con una disponibilidad de 1920 kg MS/ha durante el periodo invernal.

### **2.1.2. Suplementación invernal sobre campo natural y campo natural mejorado**

La suplementación refiere al suministro adicional de alimentos al forraje pastoreado, cuando el mismo es deficitario o presenta un inadecuado balance de nutrientes, con el propósito de aumentar su consumo para lograr un objetivo específico de producción, tomando en cuenta para ello, características del animal tales como: tipo animal, estado corporal, nivel de reservas y requerimientos prefijados según el objetivo propuesto, así como también, características del alimento tales como: tipo de alimento (energético; proteico), su valor nutritivo, forma física, palatabilidad, velocidad de degradación ruminal y las limitantes para su consumo (Pigurina, 1991). En el cuadro 5 se presenta una síntesis de trabajos experimentales evaluando alternativas de suplementación invernal en categorías de recría sobre campo natural reportada por Quintans (2002).

Cuadro 5: Tasas de ganancias de terneras suplementadas durante su primer invierno sobre campo natural.

Disponibilidad de MS (kg MS/ha)	Carga (UG/ha)	Tipo de suplemento	de Suplemento Ofrecido (% PV)	Ganancia Diaria (gr/a/d)
1500	0.85	AA crudo	0.7	193
		-	0	-100
2800	1.3	AA crudo	0.7	200
		Exp. Gir.	0.7	200
		Sorgo m.	0.7	100
		-	0	-50
2000	0.7	AA desgr.	1.5	230
		-	0	-82
1490	0.83	AA crudo	1	303
1438	0.83	Rac.com.	1	324
1364	0.83	-	0	-225
2900	0.65	Sorgo entero	1	180

AA= afrechillo de arroz; Rac. com.= ración comercial con 20.9% de proteína; Exp.= expeller; PV= peso vivo. Fuente: Quintans (2002).

Ofreciendo a terneras de 150 kg, durante su primer invierno, alimentos concentrados energéticos (afrechillo de arroz crudo, afrechillo de arroz desgrasado, sorgo molido, sorgo entero) y proteicos (expeller de girasol) o ración comercial, en niveles que van desde 0,7 a 1,5% PV, Quintans (2002) reporta ganancias entre 0,1 a 0,3 kg/animal/día respecto al manejo de ésta categoría sobre campo natural exclusivamente, en donde presentarían una pérdida de peso del orden de 10 a 15 % durante el período que transcurre entre su destete y su primer invierno.

En el cuadro 6 se presentan resultados sobre suplementación de terneras sobre campo natural mejorado durante el período invernal, a diferentes niveles, (desde 0 a 2 % PV) y su efecto sobre la ganancia diaria y la producción por unidad de área. A una misma carga y nivel de asignación de forraje, el hecho de suplementar determinó aumentos significativos en la ganancia diaria y en la producción por unidad de área, independientemente del nivel de suplementación (Soca, 2001).

Cuadro 6: Efecto de la suplementación sobre la oferta de forraje, ganancia de peso, carga animal y producción por unidad de superficie de terneras pastoreando un campo mejorado con *Lotus* El Rincón durante el período invernal.

Suplementación (% PV)	Oferta de forraje (% PV)	Ganancia diaria (kg/animal) <sup>1</sup>	Carga animal (an/ha)	Producción/ha (kg/ha)
0	3,9	- 0,07 a	3	-21
1	4,8	0,33 b	3	87
1,5	4,6	0,23 b	3	60
2	4,9	0,30 b	3	78

<sup>1</sup> promedio de mínimos cuadrados ajustados de ganancia diaria de peso vivo.

Letras diferentes dentro de columnas difieren ( $p < 0,005$ )

Fuente : Soca (2001).

### **2.1.3 Suplementación sobre pasturas sembradas**

El producto animal que se genera a partir de la pastura, está influenciado por la calidad y cantidad de forraje producido, así como de la forma o eficiencia de utilización del mismo, el que a su vez se encuentra influenciado por la proporción de la oferta que es consumida y por su digestibilidad (Raymond, 1964). Elizalde (1999), también demostró que una baja producción de carne puede ser consecuencia de una baja calidad o cantidad de forraje consumido, pero también puede aparecer en condiciones de forraje abundante y alta calidad.

Forrajes con alto contenido de humedad y que a su vez contienen un alto contenido de nitrógeno soluble y bajo contenido de energía (desbalance en la composición de la materia seca) provocan limitaciones en el consumo y una serie de trastornos fisiológicos y metabólicos. Estos factores provocarían ganancias de peso inferiores a las que se esperarían para forrajes de alta calidad como lo son los verdes de invierno y pasturas durante su primer aprovechamiento en el otoño (Elizalde 1993, Méndez y Davies 2001).

El potencial de ganancia de peso vivo de vacunos en crecimiento y engorde, a partir de pasturas, varía de acuerdo a las características de la base forrajera (disponibilidad, altura, estructura y calidad de la misma) (Rearte y Santini, 1999), así como también debido a la intensidad de pastoreo, factores que no son independientes, sino que interactúan entre sí (Chilibroste, 1998). A esto se suma el potencial diferencial de respuesta de las diferentes categorías animales, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales y composición de la ganancia, en términos de músculo y grasa (NRC, 1996) aspectos que afectan además, a la eficiencia de conversión (Di Marco, 2007).

Como consecuencia de ello, la ganancia de peso en respuesta a la intensidad de pastoreo variará de acuerdo a la estación del año y tipo de pastura, y según cuál sea la categoría que pastorea (Simeone et al., 2005).

A continuación se revisan algunos de los principales resultados obtenidos en evaluaciones nacionales sobre estrategias de manejo alimenticio de terneros sobre pasturas cultivadas, durante el periodo invernal.

Los resultados del cuadro 7 muestran cómo varía el potencial máximo de ganancia de peso entre estaciones y categorías animales, así como la relación inversa que existe entre performance animal y utilización del pasto, y entre esta última y la asignación de forraje, a través de la intensidad de pastoreo, así como también la respuesta a la suplementación con concentrados energéticos.

Cuadro 7: Resumen de la respuesta de vacunos en crecimiento a la intensidad de pastoreo y a la suplementación.

Época	Cat.	PV (kg)	AF (% PV)	Suplementación. (% PV)	GMD (kg/a/d)	Resp. a la supl.	EC
Invierno	Terberos	150	2.5	-	0.272	-	-
			5	-	0.457	-	-
Invierno	Terberos	150	2.5	1	0.521	0.249	7:1
			5	1	0.691	0.234	8:1
Primav.	Terberos/ Novillos.	195	2	-	0.865	-	-
		275	4	-	1.041	-	-
			6	-	1.164	-	-

AF: asignación de forraje; Supl.: suplementación; GMD: ganancia media diaria kg/animal/día; EC: eficiencia de conversión del concentrado; Resp. a la supl: ganancia de peso de animales suplementados respecto a la ganancia de aquellos no suplementados manejados a la misma AF. Fuente: Simeone et al. (2003), Beretta et al. (2003)

Se observa que terneros de 150 kg manejados sobre pasturas durante el invierno a asignaciones de forraje de 2,5 y 5 % del peso vivo, presentan ganancias de 272 y 457 g/a/d respectivamente. Si a esas mismas asignaciones de forraje se le ofrece suplemento a razón del 1 % del peso vivo, estos terneros presentan una respuesta a la suplementación en torno a los 250 g/a/d (Simeone et al. 2003, Beretta et al. 2003).

En su segunda primavera, esta categoría, manejada sobre praderas permanentes a asignaciones de forraje de 2 a 6 % del peso vivo tienen ganancias desde 865 g/a/d a 1164 g/a/d (Simeone et al. 2003, Beretta et al. 2003).

#### **2.1.4. Encierre estratégico de terneros**

El encierre estratégico de terneros ha sido reportado por Parra et al. (2006). Este planteo consiste en encerrar terneros durante un período determinado, con el objetivo de que continúen su crecimiento y, finalmente sean engordados a pasto. En estos encierres el tipo de ternero (frame), el peso de ingreso al corral, el tipo de dieta, el periodo de encierre y la calidad del forraje que consumirán después del encierre, son factores importantes que, a su vez, están interrelacionados.

La práctica más aceptada en los sistemas de invernada intensiva del litoral Oeste del Uruguay, es la de suplementar a los novillos en la fase de terminación, sobre praderas convencionales o verdeos y realizar un manejo de la alimentación de los terneros en base a pasturas exclusivamente, (Simeone y Beretta, 2006). Según estos autores, esta decisión implica asignar un alimento costoso como son los granos de cereales, a una categoría más ineficiente en la conversión del alimento en peso vivo.

El novillo en terminación, respecto al ternero, presenta mayores requerimientos de energía para mantenimiento, (mayor peso vivo) y se encuentra en la fase de deposición de tejido grasa, lo cual le insume altos requerimientos para ganancia de peso vivo, (NRC, 1996) por lo que Simeone y Beretta (2006) sugieren, sería razonable evaluar el impacto que tendría aumentar el peso relativo del concentrado en la dieta de las categorías de reposición.

Parra et al. (2006), afirman que el confinamiento del ternero permite garantizar el mayor potencial que tiene el animal en fases tempranas de desarrollo, depositando un mínimo de grasa (lo que permite una muy alta eficiencia en el uso del alimento cuando se lo compara con un novillo) y produciendo kilos de carne, que a pasto, por la época del año, serían difíciles de lograr, dadas las características de calidad y cantidad del forraje.

Complementariamente, el encierre de terneros, permitiría liberar área para las categorías en terminación, disminuyendo las necesidades de grano en el balance forrajero de los animales a pasto durante invierno. En la medida que el incremento en el uso de concentrado en el corral de terneros sea menor a la

cantidad de grano que se deja de usar en los novillos por el hecho de tener mayor área disponible para pastoreo, eso podría significar un ahorro anual de suplemento en todo el sistema (Simeone y Beretta, 2006).

Según una estimación realizada por estos autores, en base a un estudio de simulación, el uso del encierre 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. Este trabajo simuló un sistema con una base forrajera de avena / cultivo de verano/4 años de pasturas sembradas, y un modulo de campo natural, igual al área de cada uno de los módulos de la rotación, en el cual se encerraban los terneros con 150 kg, suministrando una dieta con alto nivel de concentrados para una ganancia promedio de 0,750 kg/animal/día y una eficiencia de conversión del alimento de 6:1, durante los 90 días del invierno, terminando el periodo con 220 kg, luego de lo cual pasaban a ser manejados exclusivamente a pasto. Como contraparte de esto la suplementación se manejaba exclusivamente con los novillos en los últimos 90 días de terminación, alcanzándose en ambos sistemas un peso de faena de 470 kg.

Otra ventaja con relación al denominado encierre inicial o recría en corrales de terneros, según Monje (2005), es que permite, no solo amortiguar el impacto negativo del estacionamiento de los servicios en la reposición de los procesos de engorde, sino que además incorpora eficiencia a la invernada, generada por una mayor diferencia de peso venta-compra, una mayor eficiencia de conversión del concentrado y una mayor eficiencia de stock (Kg producidos/kg mantenidos en stock).

En general las épocas más apropiadas son el otoño y el invierno, considerando la calidad y cantidad del forraje respectivamente. Esto, sumado al peso del ternero al momento del encierre, hace que el corral de recría permita asegurar un resultado óptimo de la utilización del grano respecto de suplementaciones a campo (Parra et al., 2006).

En síntesis, a nivel nacional diferentes alternativas tecnológicas han sido evaluadas dirigidas a mejorar el manejo a pasto de la recría en el invierno. El manejo de terneros a corral, durante dicho periodo aparece como una alternativa mas, cuyas principales ventajas respecto a las precedentes radican en: capitalizar el alto potencial que presenta el ternero, dado por la alta

eficiencia de conversión de esta categoría (Parra et al., 2006), la liberación de área para las categorías en terminación (Simeone y Beretta, 2006), evitando la superposición de categorías durante el periodo otoño-invernal y el relego en el crecimiento y desarrollo del ternero (Monje, 2005), fundamentalmente en las áreas de ganadería extensiva, y un ahorro en el uso del concentrado en sistemas intensivos de alta producción (Simeone y Beretta, 2006).

A continuación se revisan algunos de los principales factores que condicionan la respuesta animal bajo este tipo de manejo.

## **2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA PERFORMANCE ANIMAL EN SISTEMAS DE ALIMENTACION A CORRAL**

### **2.2.1. Características del animal**

Según Berg y Butterfield (1976), durante el desarrollo del bovino, la relación grasa, tejido óseo y muscular varía. En animales de mayor edad y peso, los depósitos de grasa son mayores que los de tejido óseo y muscular.

El costo energético de sintetizar una determinada cantidad de tejido adiposo es de 13,68 Mcal/kg, mas de cuatro veces el costo de sintetizar la misma cantidad de tejido muscular (3,05 Mcal/kg), esto es debido a la diferencia entre la proporción de agua que contiene el tejido muscular (76%) y tejido adiposo (5%) y también a la diferencia en proporción de grasa, 4% vs. 85% respectivamente (NRC, 1996).

El ternero, es la categoría de mayor eficiencia de conversión debido a que no solo los requerimientos para mantenimiento son menores (NRC,1996), sino que la composición de la ganancia es de mayor proporción de músculo, hueso y agua que de grasa, comparados con animales de mayor edad y peso, lo que guarda relación con la eficiencia de uso de la energía consumida (Di Marco, 2007). Según este autor, el ternero convierte en un rango de 4,5 a 5,5 kg de alimento de alta proporción de grano (base seca) por kg de aumento de peso.

En el corral de recría, el animal crece adentro del corral y al crecer, deposita proporcionalmente más músculo que grasa en su composición corporal. En

cambio, en el corral de terminación, el animal debe engordarse, lo que implica que la grasa pasa a ser el principal constituyente de la ganancia de peso (Parra et al., 2006).

Los animales que se terminan a mayor peso consumen mas kg de alimento por día, necesitan mas kg de alimento por kg ganado por lo cual son menos eficientes, aunque pueden presentar mejores ganancias, dependiendo de la expresión del crecimiento compensatorio que manifiesten, con respecto a animales jóvenes (Parra et al., 2006).

Sin embargo, los animales confinados a mayor peso, consumen menor cantidad total de alimento y necesitan menor cantidad de días en el corral que los animales confinados más jóvenes, pero terminados a pesos similares (Parra et al., 2006).

Para encierres de terminación, comparando los terneros que entraban al feedlot con 111, 202, y 371 días de edad, Schonmacker et al. (2002) concluyó que los encerrados tempranamente aceleraban la terminación y producen más temprano con mayor marmoreado, pero con menor peso de carcasa.

Con respecto a la característica sexo del animal, Presinger y Kalm (1998), observaron que las diferencias en crecimiento entre sexos era significativa y que este efecto se incrementaba con la edad. Así, a los 200 días de edad los terneros machos superan en peso a las hembras en 12 %, mientras que esta diferencia al año aumenta a 27 %. Cabe señalar que los autores no comentan el momento o edad en que se realiza el destete, ni el manejo posterior al que son sometidos ambos sexos.

Winroth (1990) analizando 81619 datos de 4 razas, constató que el efecto sexo del ternero sobre el peso vivo, peso al nacer, al destete y al año fue significativo para todas las razas y pesos. Coincidiendo con lo expuesto por Presinger y Kalm (1998), el autor observó que el efecto del sexo aumentaba con la edad. Mientras que las hembras fueron 5,5 – 7% más livianas que los machos al nacimiento en peso, al año, esta diferencia se incremento a 16-18 % dependiendo de la raza.

Bailey et al. (1991) trabajaron con dos rodeos de raza Hereford y Angus, encontrando que el sexo del ternero afectó significativamente ( $P < 0,001$ ) a la ganancia postdestete, evaluada desde el destete al año en ambas razas.

Preston y Willis, citados por Avila et al. (1998), indicaron que la rapidez en el crecimiento y el desarrollo medido como la variación de peso vivo por unidad de tiempo fueron mayores en toros que en novillos y menores en vaquillonas. Esto estaría directamente relacionado con el gobierno genético, en el cual intervendrían andrógenos propiciando un crecimiento, rápido en animales jóvenes y lento en adultos.

Comparados a igual peso, las vaquillonas son menos eficientes que los novillos, debido a que, si bien consumen menos alimento que los novillos, la ganancia de peso es proporcionalmente menor en las vaquillonas (Parra et al., 2006).

Parra et al. (2002) trabajaron con encierros realizados con terneros/as, novillos y vaquillonas con pesos iniciales de 166, 338, 245 kg/an respectivamente y con dietas ofrecidas *ad libitum* a base de grano de maíz, afrechillo de trigo o expeler de girasol como concentrado y ensilaje de maíz como fuente de fibra. Únicamente la categoría novillos registró un consumo superior y significativamente diferente respecto a vaquillonas y terneros, siendo los consumos promedios registrados 9,3; 7,2 y 6,1 kg/a/d para cada categoría respectivamente.

Los autores encontraron diferencias significativas en consumo, expresado como porcentaje del peso vivo entre vaquillonas y novillos y entre vaquillonas y terneros, ( $P < 0.05$ ), mientras que entre novillos y terneros la diferencia significativa fue para ( $P < 0.07$ ), con valores del orden de 2,1; 2,7 y 3,1 % PV para vaquillonas, novillos y terneros respectivamente.

Las ganancias promedios fueron de 1.07, 1.29 y 1.0 kg/an/día para vaquillonas, novillos y terneros. Habiendo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre vaquillonas-novillos y novillos-terneros (Parra et al., 2002).

Las medias ajustadas de conversión para vaquillonas, novillos y terneros fueron 6.57, 7.03 y 5.72 kg MS/kg de ganancia de peso respectivamente. No se

registraron diferencias significativas entre la conversión de vaquillonas y de novillos, pero sí entre estos dos grupos y los terneros ( $P < 0.05$ ), (Parra et al., 2002).

En cuanto al efecto conjunto de la categoría y el peso inicial los autores antes mencionados observaron que a medida que los animales ingresan mas pesados la eficiencia de conversión empeora. Sin embargo, este deterioro de la conversión es más importante en vaquillonas que en novillos y terneros, no habiendo prácticamente diferencias entre estos últimos.

Un caso particular en que no hubo efecto en la performance animal con relación al sexo fue presentado por Atwood et al. (2001) quienes trabajando en confinamiento con novillitos y vaquillonas de 360 kg PV promedio y con dietas ofrecidas *ad libitum*, no encontró diferencias significativas en la ganancia media diaria y tampoco en el consumo de MS.

Con respecto a la raza, Nicoll y Rae (1978) evaluaron el crecimiento postdestete en animales de la raza Hereford y Angus, encontrando marcadas diferencias entre ambas razas en donde los animales Hereford fueron mas pesados a los 18 meses que los Angus.

Long et al. (1979) estudiando el crecimiento en ganado de carne en 5 razas diferentes, observaron que el tipo racial afecto significativamente ( $P < 0,01$ ) todos los pesos y tasas de crecimiento postdestete evaluados desde los 270 a 630 días de edad, durante el cual se analizaron varios periodos de diferente duración. Las razas comparadas fueron Angus, Brahman, Hereford, Holstein y Jersey.

El peso de terminación condiciona la mejor eficiencia de conversión supuestamente atribuida a las razas de mayor peso adulto (Parra et al., 2006).

Parra et al. (2006) trabajando con terneros Bradford y Mestizos (12 % Cebú, 88 % Hereford-Angus), evaluaron la ganancia a corral de ambos grupos, presentando los Bradford una ganancia sensiblemente superior a los Mestizos.

En relación a la expresión de un crecimiento compensatorio por parte del animal, Verde (1979) explica que el mismo es un crecimiento “anormalmente” rápido y que es relativo a la edad, el cual permite la recuperación luego de un periodo de sub nutrición. Los principales factores que limitan la recuperación luego de una penuria nutricional son: la naturaleza, la severidad, duración de la restricción y el estado de desarrollo del animal en el momento en que se impone la restricción. Los resultados más típicos sobre crecimiento compensatorio han sido obtenidos con animales cuyas edades oscilaban entre 8 y 12 meses.

Cuanto menor es el plano nutricional previo, mayor es la ganancia de peso en el corral, debido a los efectos del crecimiento compensatorio. Esto es producto de un mayor consumo de MS, lo cual no implica que la eficiencia de conversión deba necesariamente ser superior que la de los animales entrados al corral sin que hayan sido restringidos previamente (Parra et al., 2006).

Calculando la eficiencia de conversión del alimento lograda a lo largo de todo el ciclo de la internada se tiene que el encierre de animales jóvenes resulta mucho mas eficiente que el encierre de animales adultos. El animal recriado a corral, no solo es más eficiente adentro del corral, sino que también lo es a lo largo de todo el ciclo de la internada, comparado con un animal que se termina a corral. Si a este hecho se le suma la concentración energética de la ración, requerida en cada caso, las diferencias en las eficiencias se magnifican. El corral de recria hace que el sistema de producción se torne más eficiente en el uso de la ración y a su vez las raciones son de menor costo (Parra et al., 2006).

### **2.2.2. Acostumbramiento a la nueva dieta del corral**

El suministro de granos a animales consumiendo forrajes generalmente ocasiona cambios en la flora ruminal, tanto cuantitativamente como en su nivel de actividad (Dixon y Stockdale, 1999).

Los rumiantes tienen un alto grado de especialización anatómica y fisiológica para consumir y digerir alimentos voluminosos (Van Soest, 1994) por lo cual frente a un aumento en la concentración energética de la dieta, el animal debe pasar gradualmente de tener una microflora ruminal celulolítica, propia de

sistemas pastoriles, a una amilolítica propia de sistemas bajo suplementación o confinamiento (Inchausti, 2005).

Según Camps et al. (2002) los bovinos han evolucionado como consumidores de forrajes de lenta fermentación en el rumen en donde la microflora ruminal ha sido naturalmente seleccionada para esta función. El pasaje a dietas con una alta concentración de granos a partir de una habitual dieta de forrajes altera el medio del rumen y precipita el sistema hacia la acidosis.

Durante este proceso de acostumbramiento se debe lograr la adaptación de los microorganismos del rumen, mediante la promoción gradual del desarrollo de una microflora capaz de digerir carbohidratos rápidamente fermentecibles, particularmente el almidón y el aprendizaje por parte del animal al consumo de una dieta de mayor concentración de energía (Simeone y Beretta, 2006).

En este período todos los animales deberían consumir el alimento concentrado ofrecido bajo incrementos graduales y no presentar pérdidas de peso, lo que mejora el ajuste de la dieta durante el período de suministro de concentrados (Simeone y Beretta, 2006).

### **2.2.3. Dieta**

La dieta ofrecida a animales manejados a corral esta constituida por alimentos concentrados (energéticos y proteicos) y por voluminosos, principal fuente para el suministro de fibra efectiva. La relación concentrado: voluminoso en la dieta, así como las fuentes de fibra, energía y proteína utilizadas, afectaran al consumo total de nutrientes, la estabilidad de las condiciones ruminales, sitios de digestión, productos finales de la fermentación y eficiencia metabólica, incidiendo a través de ello sobre la respuesta animal.

#### **2.2.3.1. Fuente de energía y proteína**

Se consideran concentrados energéticos aquellos alimentos con menos de 20 % de proteína cruda, menos de 18 % de fibra cruda o menos de 35 % de FDN (Pigurina y Methol, 2004).

Los granos de cereales, constituyentes de los concentrados energéticos, son esencialmente concentrados de carbohidratos, cuyo componente fundamental de la materia seca es el almidón que se localiza en el endospermo (Mc Donald et al., 1995).

El contenido de almidón varía según el tipo de cereal, el trigo suele presentar el más alto (77%), seguido por el maíz y el sorgo (72%) y por último la cebada y la avena (57%).

Los tratamientos mecánicos (molido, partido, aplastado) tienen como objetivo destruir la membrana del endospermo a fin de aumentar la accesibilidad microbiana del almidón (Gagliostro, 2005).

Cabe destacar que hasta un máximo de 25-30% de almidón altamente degradable en el rumen (avena, trigo, cebada, maíz y sorgo húmedo conservado como silaje) en el total de la dieta resulta en mayor síntesis de proteína microbiana, por encima de estos valores se ha detectado una inhibición de la proteosíntesis microbiana (Sauvant, 1997).

Parra et al. (2006) trabajando con novillos encerrados de 304 kg de peso vivo y con dietas sin fibra larga, evaluaron la sustitución de maíz entero por cebada entera con cáscara (70 % de la dieta para ambos casos), logrando una dieta mas fermentecible. No encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso 1,6 vs. 1,5 kg/animal/dia respectivamente, sin embargo, se evidenciaron diferencias significativas en la eficiencia de conversión 5,3 vs. 6 kg MS/kg de ganancia de peso, para el maíz y cebada respectivamente.

El procesado de los granos mejora la digestibilidad de la MS y del almidón e incrementa la tasa de pasaje de los granos a lo largo del tracto digestivo (Galyean et al. 1976, McNeill et al. 1976, Goetch y Galyean 1983, Theurer 1986, Huck et al. 1998).

Los granos que mejor responden al procesamiento son aquellos cuyo almidón es muy difícil de degradar. En general cuanto mayor es el grado de procesamiento, mayor debe ser el contenido de fibra de la ración, ya sea agregando mas forraje o aumentando el contenido de fibra del forraje ofrecido.

Los animales que experimentan acidosis subclínica tienen una eficiencia de conversión 5 a 10% menor que los animales sanos (Parra et al., 2006).

También estos autores, trabajando con novillos encerrados de 304 kg de peso vivo, evaluaron el efecto del procesamiento del grano de cebada aplastado vs. entero con cáscara (70 % de la dieta para ambos casos), encontrando diferencias significativas en la ganancia de peso pero no en la eficiencia de conversión, estando explicadas las diferencias en las ganancias por un mayor consumo.

Con respecto al grano de maíz es el que presenta menores ventajas comparativas de cualquier método de procesamiento respecto del grano entero. Las ventajas de ofrecer el grano de maíz procesado vs. el entero, disminuyen a medida que el nivel de grano de la ración aumenta por encima del 80% (Parra et al., 2006).

Hibberd et al. (1982), Britton et al. (1986), Reinhardt et al. (1998), Loerch y Fluharty (1998), Guthrie et al. (1999) indican que por su tamaño y densidad, el grano de maíz podría ser utilizado entero sin pérdidas de digestibilidad potencial en dietas de alta concentración de energía metabolizable, para animales en confinamiento.

Se han encontrado respuestas similares en aumento de peso al comparar dietas basadas en grano de maíz entero versus molido, partido, aplastado o procesado en copos ("flakes"), (Guthrie et al. 1999, Mader et al. 1993, Hill et al. 1996a, Loerch y Fluharty 1998).

En algunos casos, se han detectado mejoras en la eficiencia de conversión (Secrist et al., 1996a), en otros un mayor consumo de materia seca en dietas de maíz ofrecidas *ad libitum*, (Guthrie et al. 1999, Bartle y Preston 1992, Murphy et al. 1994).

La mayoría de los feedlots estadounidenses que utilizan grano entero de maíz incluyen no más del 5% de la ración en alguna forma de fibra larga, (Owens et al., 1997).

El grano entero promueve una mayor salivación (mayor efecto fibra efectiva) y mayor pH ruminal con lo que se esperaría una reducción de la acidosis subclínica y un mayor consumo (Britton y Stock 1986, Stock et al. 1995).

Los efectos asociativos negativos (deletéreos) entre el almidón y la fibra en el rumen podrían ser inferiores en dietas con maíz entero que en dietas con grano aplastado o molido, consecuencia de una mayor estabilidad ruminal (Zinn y Owens, 1983).

Si la digestión del grano no se afecta, el uso de grano entero promueve un mayor pasaje de partículas de almidón sin fermentar hacia el tracto inferior (Owens et al., 1986) con la consecuente mejora en la eficiencia de utilización de la energía (almidón).

El afrechillo de trigo como alimento que aporta fibra, es incluido en dietas para confinamiento con el objetivo de estimular la rumia, sobretodo en dietas de alto concentrado. No obstante en porcentajes mayores al 40 % del total de MS de la ración pueden darse casos de acidosis en terneros de feedlot, Agromail (2007).

La inclusión del afrechillo de trigo, constituye una fuente de fósforo de 1,2% base seca; si éste se incluye en raciones elevadas en grano, se deberá suplementar con una mayor cantidad de calcio que lo habitual para conservar una relación Ca:P de 1.5 a 1.7 : 1, Agromail (2007).

Alimentos de alta digestibilidad pero con bajos contenidos de almidón como la cascarilla de soja o el gluten feed no producen acidosis (Gingins, 2000).

Los concentrados proteicos se clasifican según cumplan la composición química de mas de 20 % de proteína cruda, menos de 18 % de fibra cruda o menos de 35 % de FDN (Pigurina y Methol, 2004).

En general, los contenidos proteicos requeridos en la ración pueden variar del 11 al 16%, dependiendo de la categoría del animal, y una parte de lo mismos puede ser cubierta por N no proteico (urea) (Parra et al., 2006).

En general, no se han obtenido respuestas a la suplementación con proteínas protegidas en dietas de engorde a corral debido, entre otros factores, a que la elevada fermentabilidad de la dieta genera una elevada eficiencia de síntesis microbiana ruminal, salvo en el caso de terneros y con raciones de bajo contenido proteico y elevada degradabilidad ruminal como ser el gluten feed y la utilización de ensilajes de maíz o pastura, utilizados en alta proporción de la dieta (Parra et al., 2006).

En lo que refiere a diferentes niveles de asignación de concentrado en dietas de encierro a corral, se realizó un experimento, en donde se trabajo con terneros de 100 kg de peso vivo promedio y una ración a base de maíz y un núcleo (40 % PB), en una relación 75:25 para formular una ración con 18 % de PB, los niveles de asignación fueron: 3; 2,5; 2 y 1,5 % del PV.

No hubo diferencias en las ganancias diarias entre los tratamientos que suministraron el 2,5 (0,994 kg/día) y el 3,0 % del peso vivo (1,088 kg/día), de modo que sería posible reducir el gasto de alimentación en un 17 %. Si se deseara reducir aún más el gasto de alimentación es posible obtener muy buenas ganancias (0,799 kg/día) con un suministro diario del 2,0 % del PV, lo que representa una reducción del gasto del 33 %. No hubo diferencia entre tratamientos en la eficiencia de conversión del alimento, siendo los valores promedios cercanos a 3 kg MS/kg ganancia de peso vivo (Monje, 2005).

### **2.2.3.2. Relación voluminoso/ concentrado**

Esta tiene un efecto sobre la concentración calórica de la dieta y sobre el ambiente ruminal, factores que afectan la performance animal en el corral.

La importancia de la relación voluminoso/ concentrado en alimentos de alta concentración de energía, radica en que si el contenido de fibra es excesivo en el alimento, éste disminuye su digestibilidad y por lo tanto la cantidad de energía ingerida lo que está directamente relacionado con la respuesta en la GMD. Por otro lado, si el contenido de fibra es excesivamente bajo, el medio ruminal es alterado negativamente lo que también repercute en la respuesta en GMD, debido a que el animal entra en acidosis y disminuye el consumo. Por tanto la adición de voluminoso a dietas de altas concentración energética mejoraría la eficiencia de conversión del concentrado (Van Soest, 1994).

En relación a dietas con diferente proporción concentrado: voluminoso, Parra et al. (2002) trabajaron con encierros realizados con terneros/as, novillos y vaquillonas con pesos iniciales de 166, 338, 245 kg/animal respectivamente y con dietas ofrecidas *ad libitum* basado en grano de maíz, afrechillo de trigo o expeler de girasol (como concentrado proteico) y variando las proporciones de fibra desde 0 a 70%, siendo la fuente de la misma el ensilaje de maíz. Estos autores, encontraron una interacción estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre la categoría animal y la dieta suministrada, cuando se analizó el consumo como % PV, siendo los mismos de 2,1; 2,7 y 3,1 % PV para vaquillonas, novillos y terneros respectivamente, registrándose diferencias significativas entre vaquillonas y novillos, y entre vaquillonas y terneros, mientras que entre novillos y terneros existió una tendencia a ser diferentes del 7 % ( $P < 0,07$ ).

Aumentos en la concentración de la dieta, (menor proporción de fibra en la ración) provocan aumentos en el consumo de materia seca y un aumento mas que proporcional en el consumo de energía, no obstante si la concentración de energía de la dieta aumenta aun más, el consumo de materia seca disminuye mientras que el consumo de energía se mantiene constante (Parra et al., 2006).

Las mayores ganancias se registraron en las dietas con mas de 60 % de grano en la ración, en comparación con dietas de menos de 60 % (1,23 vs. 1,01 kg /día respectivamente;  $P < 0.05$ ).

Igualmente la eficiencia de conversión estuvo afectada por la dieta, los animales que consumieron dietas de mas de 60 % de grano lograron una eficiencia de 6 kg / kg, mientras que la lograda con la dieta de menos 60 % fue de 7.32 kg / kg ( $P < 0.05$ ), (Parra et al., 2002).

Estos mismos autores manejando 2 razas de terneros (255,5 kg de peso promedio) y durante un periodo de confinamiento de 69 días, evaluaron dos relaciones concentrado: voluminoso de la dieta, 64 % de concentrado y 38 % voluminoso y viceversa, alto y bajo grano respectivamente. Los bajo grano, tuvieron una ganancia de 0,507 kg/día, mientras que la de los alto grano fue 1,27 kg/día.

### 2.2.3.3. Fibra efectiva

La fibra es la fracción predominante de la pared celular de la planta. Los componentes primarios de la fibra son la celulosa, hemicelulosa y lignina (Kung, 2000).

Los alimentos fibrosos son clasificados como aquellos que contienen más de 18 % de fibra cruda o 35 % de pared celular (FDN) y están representados por los forrajes secos o fibrosos como las pajas y los henos (Pigurina y Methol, 2004).

La efectividad de la fibra de un alimento se define por los minutos de masticación por kg de MS ingerida por el animal, dado que la efectividad de la fibra depende no solo del contenido de FDN sino también del tamaño de partícula asociado al alimento (Gagliostro, 2005).

La FDN de los forrajes secos es cercana al 100% en las gramíneas y un poco menor (92%) en las leguminosas, pero la de los forrajes verdes tiene una efectividad promedio del 40%, menor en forrajes tiernos y mayor en forrajes más maduros (Gingins, 2000).

En los planteos de engorde intensivo la fibra constituye un problema: poca fibra y se desarrolla acidosis, mucha fibra y disminuye el engorde. Se debe entonces minimizar el contenido de fibra de la ración tratando de evitar la acidosis (Gingins, 2000).

Según Pordomingo et al. (2002) el suministro de fibra es una limitante operativa y económica en dietas para encierre a corral. Pero no todos los tipos de fibra son igualmente eficientes para facilitar la rumia, producir salivación y regular el pH ruminal.

Referido al porcentaje que ocupa la fibra en dietas de feedlot, cuando esta se presenta en no más de un 10% de la dieta total (base seca), no se justificaría la utilización de forraje de calidad. Henos de paja de trigo o rollos de muy baja calidad serían los adecuados, ya que el rol que cumplen es el de estimular la rumia y la producción de saliva (Gagliostro, 2005) y por lo tanto la producción

de buffer ruminal minimizando el riesgo de acidosis, reduciendo la tasa de consumo y no afectando el resultado productivo (Pordomingo et al., 2002).

La calidad del forraje es importante para dietas con alta participación del mismo (engorde de corral basado en ensilaje de maíz, con participaciones de grano inferiores al 30% de la dieta total). Cuando la principal fuente de energía proviene del grano (menos del 15% de forraje en la dieta total) la calidad del forraje ofrecido pasa a ser secundaria y, en este caso, es importante evaluar la fibra por su habilidad para mantener rumia e insalivación, más que por el aporte de nutrientes (Parra et al., 2006).

La fibra está compuesta por una variedad de sustancias con distinto grado de estructura. Se ha desarrollado un índice de efectividad de la fibra en detergente neutro (FDN). Este índice pretende cuantificar el grado en que fibras de distintos orígenes tienen capacidad para inducir la masticación y la rumia y así contribuir a la regulación del pH ruminal, para lo cual Pitt et al. (1996) desarrollaron la siguiente ecuación:

$$\text{pH ruminal} = 5,425 + 0,04229 * \% \text{ FDN efectiva (para FDN efect. menor de 35\%)}$$

Además de los requerimientos de los esqueletos carbonados, N como amonio y energía, las bacterias celulolíticas del rumen crecen mejor cuando el pH del mismo esta entre 6,2 y 6,8. Cuando el pH cae a 6 – 6,2 la digestión de la fibra comienza a declinar. Cuando el pH del rumen cae a 5,8 – 5,9 la digestión de la fibra cesa completamente. Cuando el pH baja hasta valores de 5,2 – 5,5 los animales entran en acidosis (Kung, 2000).

Según Gingins (2000), valores de 5 a 8 % de FDN efectiva de la ración se relacionan con pH de 5,6 a 5,7, por debajo de estos valores el consumo se vería afectado. Para estos niveles de fibra se recomienda el uso de ionóforos, una buena mezcla de la ración y un buen manejo de comederos evitando picos de consumo. Los ionóforos inhiben el crecimiento de *Streptococcus bovis*, bacteria que produce ácido láctico, ácido 10 veces mas fuerte que los ácidos grasos volátiles normalmente producidos en el rumen.

Los bajos niveles de fibra mencionados son utilizados en engorde intensivo, pues permiten maximizar la ganancia de peso y la conversión. En esas

condiciones la digestión de la fibra es menor a la que se puede lograr con pH más altos, pero esto es poco importante pues las raciones de engorde intensivo tienen poca fibra. Del mismo modo a estos bajos valores de pH la producción de proteína microbiana es menor a la que se logra con valores de pH superiores a 6,2 (Gingins, 2000).

#### **2.2.3.4. Fuentes de fibra y fibra efectiva**

Parra et al. (2006) trabajando con vaquillonas alimentadas a corral, con un peso promedio de 265 kg, no encontraron diferencias significativas en ganancia diaria de peso, ni en la eficiencia de conversión, cuando evaluaron las diferentes estrategias de inclusión de la fibra; heno de pastura como fibra larga vs. afrechillo de trigo.

Estos mismos autores trabajando con novillos encerrados de 304 kg de peso vivo y con dietas sin fibra larga, utilizando dietas en base a cebada entera o maíz entero, 70 % de la dieta para ambos casos y 30 % afrechillo de trigo, obtuvieron una ganancia de peso promedio de 1,55 kg/animal/día y una eficiencia de conversión promedio de 5,65 kg MS/kg de ganancia de peso.

Pordomingo et al. (2002) también evaluaron el potencial de dietas sin fibra larga, basadas en grano entero de maíz. Se utilizaron novillitos 212 kg de peso vivo promedio. Los 3 tratamientos consistieron en 3 dietas que incluyeron: grano de maíz entero (73,5 %) + harina de girasol (15 %) + heno de alfalfa (11,5 %); grano de maíz entero (75,5 %) + harina de girasol (24,5%) y grano de maíz entero (61 %) + grano de avena entero (16 %) + harina de girasol (23 %). No hubo diferencias significativas ( $P = 0,062$ ) entre tratamientos para la ganancia diaria, que fue en promedio para todos 1,339 kg/animal/día y presentando una eficiencia promedio de 5,47 kg de MS/kg de ganancia.

La fracción mínima de fibra necesaria en las dietas de feedlot ejerce un efecto físico o mecánico más que nutritivo (Pordomingo et al., 2002). El valor alimenticio de este recurso es muy bajo (Swingle, 1995). Según Pordomingo et al. (2002) el principal objeto de la fibra en esas dietas es promover la rumia, la salivación y la consecuente producción de buffer ruminal para reducir el riesgo de acidosis, y reducir la tasa de consumo, sin afectar el resultado productivo. Sostener una fermentación adecuada de la dieta con independencia de fuentes

de fibra larga, permitiría simplificar la alimentación a corral y hacer accesible esta práctica a numerosos planteos de engorde.

La fibra larga constituye uno de los componentes más caros de la ración, (Parra et al., 2006), por lo cual sería factible prescindir de la fibra del forraje, sin deteriorar el resultado obtenido en términos de ganancia de peso, eficiencia de conversión y terminación de los animales.

#### **2.2.4. Formas de presentación de la dieta**

Por forma de presentación, se entiende bajo qué condiciones el animal accede a los componentes de la dieta (voluminoso y concentrado). Estos pueden presentarse por separado, en diferentes comederos, o totalmente mezclados en un mismo comedero. También el suministro del alimento puede ser restringido o *ad libitum*, diario una o mas veces al día, o bien ofrecido en comederos de autoconsumo.

Cambios en la forma de presentación de la dieta modificarían la relación concentrado-voluminoso de la misma y la oportunidad del animal de seleccionar lo que consume (Atwood et al., 2001).

Con respecto a la frecuencia de suministro del concentrado Pritchard y Knutsen (1995) observaron que en algunas instancias el suministrar el concentrado dos veces al día tuvo una mayor eficiencia de conversión en los animales, con respecto a suministrar una vez al día por la mañana.

Por otra parte un máximo consumo solo se alcanza cuando el animal dispone de alimento (concentrado, voluminoso) a voluntad en todo momento. Esto le da la opción de seleccionar el alimento más palatable. También otros aspectos como el número de comidas por día y la tasa de consumo, estarían contribuyendo al consumo neto de alimento y a su vez serian un reflejo de la elección y la palatabilidad del alimento por parte del animal (Van Soest, 1994).

#### 2.2.4.1. Ración totalmente mezclada vs. suministro de los ingredientes de forma separada

Atwood et al. (2001) trabajando con novillitos de 360 kg de peso vivo promedio, evaluaron el efecto de ofrecer una ración totalmente mezclada (RTM) vs. todos sus componentes por separado (RS), en ambos casos el ofrecido era *ad libitum*. La ración balanceada consistió en 31,3 % de cebada aplastada, 31,3 % de maíz aplastado, 15,5 % de silo de maíz y 18,9 % de heno de alfalfa. No hubo diferencias significativas en la ganancia media diaria entre los dos tratamientos, la cual fue 0,89 kg/día para RTM vs. 0,92 kg/día para RS. La eficiencia de conversión fue similar para ambos grupos (11,1 vs. 10,0 kgMS/kg ganancia).

El consumo de MS en el tratamiento RTM aumento desde 8,8 kg MS/día al inicio a 10,6 kg MS/día al final del experimento, representando una variación de consumo de 1,8 kg/día. Por otra parte los que consumían la ración RS presentaron al inicio un consumo de 10,1 kg MS/día y al final un consumo de 9,9 kg MS/día (Atwood et al., 2001). Los autores evidenciaron una estabilidad en el consumo para el último tratamiento.

Si bien la relación proteína ingerida/ energía ingerida promedio para los 63 días de duración del experimento, no difirió entre tratamientos (43 vs. 43 g PC/Mcal EM), la preferencia por los alimentos ricos en proteína o energía varió marcadamente para los animales de RS. En el día 21 la relación PC/ energía de la dieta seleccionada por los animales de RS era mayor que la seleccionada por los de RTM, y en cambio en el día 40 esta tendencia se invirtió (Atwood et al., 2001). Según los autores la implicancia de esto fue obtener una ración de menor costo para los RS.

Rápidos cambios en el ambiente ruminal (hipertonicidad), como resultado de la ingestión de concentrado, pueden causar el incremento en la preferencia en forrajes como la alfalfa (Cooper et al., 1996). La hipertonicidad ruminal puede estar implicada en el control del consumo en rumiantes (Carter y Grovum, 1990) y esta es la responsable de la acción de diversos factores, como la inducción al consumo, el incremento en las secreciones salivales dentro del tracto digestivo, la absorción de sustancias activas osmóticamente por el rumen y el movimiento de fluidos desde el plasma hacia dentro del rumen (Leonard-Marek et al., 1995). Este efecto es de mayor importancia cuando los animales no presentan acceso al agua durante el periodo de consumo (Ternouth, 1967).

De acuerdo con lo anterior, animales que consumen dietas altas en concentrado, muestran preferencia por el consumo de forraje cuando los efectos osmóticos limitan el mismo. Según Villalba y Provenza (1996) la preferencia por proteína y carbohidratos depende del estado nutricional y de las tasas de fermentación de la energía y la proteína de los alimentos que son ofrecidos.

En tal sentido, dependiendo de la cantidad y forma en que el voluminoso y el concentrado se integren en la dieta, podría verse modificada la relación voluminoso concentrado, el consumo total de concentrado y la concentración energética y proteica de la dieta, el consumo de fibra efectiva, la sincronización en el consumo de energía, proteína y fibra, y cambios en el llenado ruminal.

#### **2.2.4.2. Autoconsumo vs. suministro diario de concentrado**

El suministro de concentrado en autoconsumo, constituye una forma de presentación del alimento de manera infrecuente, generalmente en base semanal, en la cual los animales presentan libre acceso al mismo.

Esta forma de presentación, en relación con el suministro diario, afectaría la estabilidad en el consumo diario, el ambiente ruminal y la performance animal, (hipótesis de trabajo) además, permitiría simplificar la operativa de suministro y disminuir los costos asociados al mismo (Bohnert, 2004).

Estudios realizados por Simeone et al. (2003) con terneros suplementados con grano de maíz entero en frecuencia diaria y semanal sobre pasturas, encontró niveles de pH ruminal y en heces menores en aquellos animales suplementados semanalmente, no obstante, ésto no determinaría trastornos digestivos.

Por otro lado, Cepeda et al. (2005) trabajando con terneros de 154 kg durante el invierno, suplementados con grano de maíz entero al 1 % PV en frecuencia diaria o semanal sobre pasturas, encontraron que la frecuencia de suministro no afectó el consumo de materia seca del grano cuyas tasas fueron 1,51 y 1,63 kg/a/d para suministro diario y semanal respectivamente, y que el consumo promedio del mismo, no presentó variaciones entre los tratamientos bajo suplementación, en función del tiempo.

Estos autores tampoco encontraron diferencias en la ganancia media diaria entre ambas frecuencias de suplementación, (0,7794 vs 0,7794 kg /a/d, para diario y semanal respectivamente).

#### **2.2.4.3. Heno restringido vs. *ad libitum***

No se han encontrado antecedentes que midan el efecto de ofrecer el fardo *ad libitum* (sin desmenuzar), con respecto al ofrecido restringido diariamente en el comedero en planteos de encierre a corral con dietas altas en concentrado.

Cuando la dieta se conforma por heno y concentrados, independientemente del nivel de suministro de heno, el consumo total de MS que se obtiene con un heno de baja calidad (40 % DMS) con respecto a un heno de alta calidad (80 % DMS) es mayor, debido a que en presencia de un alimento grosero de alta calidad, los animales tienden a sustituir el mismo por mas concentrado (McDonald et al., 1995).

### **2.3. GANANCIA DE PESO VIVO DE TERNEROS ALIMENTADOS A CORRAL Y SU EFECTO SOBRE LA PERFORMANCE POSTERIOR A PASTO**

#### **2.3.1. Resultados de encierres estratégicos realizados en diferentes sistemas de producción**

Con el objetivo de evaluar diferentes sistemas de alimentación Parra et al. (2006) plantearon un experimento en donde se incluyo el concentrado en diferentes etapas del ciclo de invernada, dando lugar a 3 sistemas (tratamientos):

C-P: (sistema recria a corral y terminación a pasto) Novillitos que cuando terneros tuvieron un periodo de engorde a corral con un consumo promedio de 694 kg ración/animal, luego durante el ensayo fueron terminados a pasto.

P+S: (sistema pastoril con suplementación) Novillitos que fueron destetados y engordados a pasto hasta su terminación. Estos animales fueron suplementados a campo durante el mismo lapso en que los C-P estuvieron encerrados a corral y consumieron 336 kg de grano de maíz (90%) y silaje de maíz (10 %).

P+S-C: (sistema de recria a pasto con suplementación y terminación a corral) Novillitos que fueron destetados y engordados a pasto con suplementación, y luego durante el ensayo fueron terminados a corral. Cuando estuvieron a campo, fueron suplementados junto con los P+S, con lo cual consumieron 336 Kg grano de maíz y silaje de maíz (90% y 10% respectivamente). Luego durante la etapa de corral consumieron 641 kg MS adicionales. En el cuadro 8 se presentan los resultados de los tres sistemas descritos anteriormente, presentando los principales indicadores de consumo, ganancia de peso vivo y eficiencia de conversión.

Cuadro 8: Análisis comparativo de tres sistemas de inclusión de concentrado

Variable	C-P	P+S	P+S-C
PV al inicio de la invernada (Abr01), kg	134	170	170
PV al inicio del ensayo (Nov01), kg	265	297	284
Ganancia durante el ensayo (Nov01-Jul02), g/día	634	685	858
Ganancia ponderada durante todo el período <sup>1</sup> (Abr01-Jul02), g/día	829	643	731
Kg producidos a corral/an en el período <sup>1</sup>	136	-	77
Eficiencia de conversión del corral (kgMS/kg ganancia)	5.1	-	8.32
Consumo de ración en el corral (kgMS/cabeza)	694	-	641
Consumo de suplemento (kgMS/cabeza)	-	336	336
Consumo tot de ración (kgMS/cabeza)	694	336	977
kg producidos en todo el ciclo de engorde/an	309	269	259
Eficiencia de conversión de la ración (kgMS ración/kg ganancia producido en todo el ciclo)	2.24	1.25	3.77
Concentración energética de la ración (Mcal EM/kgMS)	2.7	2.95	2.82
Eficiencia de conversión de la ración (Mcal EM/kg ganancia en todo el ciclo)	6.05	3.69	10.6
Días de pastoreo	330	455	360

<sup>1</sup>incluye los meses previos al ensayo; es el promedio ponderado de la ganancia desde marzo 2001 hasta la terminación de los animales (abril (P+S-C) o junio 2002 (C-P y P+S) según el tratamiento) (Parra et al., 2006).

Analizando el cuadro, el tratamiento C-P fue el que presentó las mayores ganancias durante todo el periodo, el corral de recría presentó una eficiencia de conversión de 5,1 kgMS/kg ganancia, mientras que la del corral de terminación fue 8,32 kgMS/kg ganancia, esto representa una disminución de la eficiencia de 63 %. A su vez este último presenta un consumo total de ración durante todo el periodo de 997 kgMS/cabeza, 283 kg más que el C-P.

Comparando los kg producidos en todo el ciclo de engorde entre el C-P y el P+S-C, se puede ver que el tratamiento C-P tubo la mayor producción (309 vs. 259 kg).

Parra et al. (2006) trabajando en un confinamiento durante 69 días con novillitos de 233 kg PV promedio, ofreciéndole dos tipos de ración *ad libitum*, una alta en concentrado (64%) y otra baja (38%) obtuvieron las siguientes ganancias: bajo grano 0,507 kg/día y alto grano 1,268 kg/día.

Dada esta evolución de ganancia de peso a corral, se observó una tendencia a lograr menores ganancias de peso a pasto, aunque sin diferencias significativas, luego que los animales se mantuvieron en el corral con dietas altas en grano con respecto a dietas de corral bajas en grano. Estas ganancias a pasto para los altos en grano fueron de 0,463 kg/día y para los bajos de 0,665 kg/día.

Conforme reportan estos autores, cuando se relacionó la ganancia de peso durante la etapa de corral, respecto a la ganancia a pasto, se encontró que existía una ganancia óptima durante la etapa de corral que maximizaría la ganancia posterior a pasto y que la misma varía en función de la duración del período de pastoreo posterior, ajustando para ello las siguientes funciones cuadráticas:

$$y = -3x^2 + 5,4x - 1,6 \quad \text{para 250 días de pastoreo posterior.}$$

$$y = -1,7x^2 + 2,6x - 0,1 \quad \text{para 150 días de pastoreo posterior.}$$

Donde: y: aumento diario de peso a la salida del corral.

x: aumento diario de peso durante el corral.

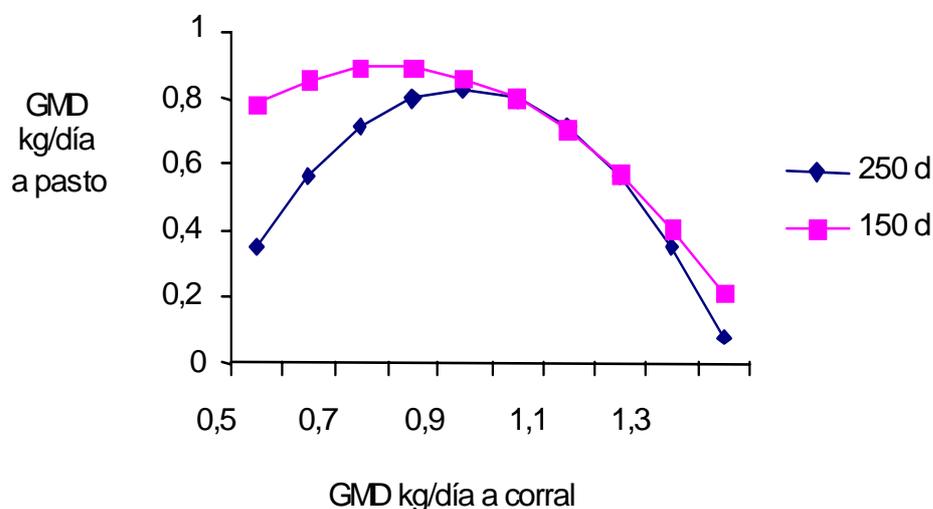


Gráfico 1: Relación entre el aumento del peso vivo dentro del corral y el aumento de peso en la etapa pastoril posterior, según la duración del periodo de pastoreo (Parra et al., 2006).

Según Parra et al. (2006) cuando el período postcorral es de menor duración (150 días), la ganancia a corral que determina una ganancia óptima a pasto es de 0,750 kg/d, mientras que cuando el período postcorral es de mayor duración (250 días) ésta misma ganancia se eleva a los 0,900 kg/d.

Esta diferencia es atribuida al peso relativo del periodo de adaptación a la nueva dieta (praderas permanentes, verdes, promociones) que es mayor cuanto menor es el tiempo a pasto. Según Freetly et al. (1995) cuando el animal realiza cambios desde una dieta concentrada a una fibrosa, le llevaría aproximadamente 20 a 25 días alcanzar un nuevo equilibrio entre la energía metabólica consumida y la capacidad física y digestiva del rumen y del tracto posterior. Por otra parte a medida que la dieta a corral es más concentrada, mayor será el desbaste que sufrirá el animal durante los primeros días de pastoreo (Parra et al., 2006).

Por lo tanto, las bajas ganancias de peso que se registran durante el primer mes de alimentación a pasto postcorral, estarían afectadas no solo por cambios en el llenado del rumen, sino también por limitaciones físicas temporales en el consumo, dadas por el incremento gradual de la capacidad del tracto digestivo (Parra et al., 2006).

Esto determina que frente a un sistema que presente una fase de terminación pastoril de corta duración, la concentración energética de la dieta y por ende las ganancias óptimas a corral sean menores respecto a las fases pastoriles de mayor duración, lo que permite un pasaje menos abrupto entre ambas dietas.

Ganancias de peso superiores a las óptimas determinarían una excesiva deposición de grasa a corral, lo que a su vez, determinarían un costo energético a pasto relativamente superior, dado que el animal estaría fisiológicamente más maduro con respecto a cuando se presenta en activo crecimiento (Berg y Butterfiel, 1976), sin embargo Parra et al. (2006) afirman que lo anterior también está condicionado por la base forrajera que se esté considerando.

## 2.4. HIPOTESIS

La estrategia de suministro de concentrado (autoconsumo vs. suministro diario) así como la forma de inclusión de la fuente de fibra (mezclada con la ración o de forma separada) y el nivel de suministro de la misma (cantidad controlada o *ad libitum*) en dietas de confinamiento afectan la performance de terneros manejados en este régimen durante el periodo invernal, modificando el consumo total de materia seca, la relación voluminoso: concentrado en el alimento consumido, el aprovechamiento de los nutrientes ingeridos y la eficiencia de conversión del alimento.

El suministro del concentrado en comederos de autoconsumo respecto al suministro diario (cantidad isoenergética) afectaría el consumo total y la estabilidad en el consumo diario, incidiendo sobre la performance animal.

El suministro del fardo en el comedero mezclado con el concentrado en una ración totalmente mezclada (RTM) mejora la GMD respecto al suministro de ambos en forma separada pero en cantidad equivalente diaria; la de este último a su vez, superaría a la registrada por terneros a los que se les suministra el fardo *ad libitum*.

La performance posterior a pasto durante la primavera, se ve afectada por la performance que presentaron los terneros manejados a corral durante el periodo invernal.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN

El trabajo fue ejecutado en corrales de encierro establecidos en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (U.P.I.C), de la Estación Experimental "Mario Alberto Cassinoni" (E.E.M.A.C.), Paysandú, Uruguay, ubicada a 32° 20'9" de Latitud Sur y 58° 2'22" de longitud Oeste a 61 metros sobre el nivel del mar.

El periodo de ejecución del experimento fue del 27 de junio de 2006 hasta el 13 de diciembre de 2006.

#### 3.2. CLIMA

El Uruguay presenta un clima templado, teniendo el Departamento de Paysandú una temperatura media anual de 17,9 °C, humedad relativa promedio anual de 73 % y un promedio de precipitaciones anual de 1218 mm.

Para el período de tiempo en el cual se ejecutó el experimento se presentan las variables meteorológicas de importancia.

Cuadro 9: Temperatura (T°C), humedad relativa (HR%), y precipitación media mensual (RR), para Paysandú.

Variable	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
T °C media	11,7	11,8	12,9	14,6	17,5	20,4	23,1
HR (%)	80	79	75	73	72	69	86
RR (mm)	70	71	73	91	122	118	116

Fuente: URUGUAY. MDF. DNM (1996)

### 3.3. SUELOS

El experimento fue realizado sobre suelos de la formación Fray Bentos, Unidad San Manuel, con dominancia Brunosoles éútricos típicos (háplicos), de textura limo-arcillosa de horizontes diferenciados y de drenaje moderado, siendo el material generador de los mismos sedimentos limosos consolidados.

Como suelos asociados se encuentran Brunosoles éútricos lúvicos y Solonetz solidizados de horizonte superficial melánico. El relieve predominante es de pendientes moderadas y lomadas suaves (Durán, 1991).

### 3.4. PASTURAS

Durante la primavera se utilizó una pastura de *Lolium multiflorum*, (pastura de promoción), seguido de una pastura convencional de *Festuca arundinacia*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, de segundo año.

### 3.5. ANIMALES

Se utilizaron 40 terneros machos de la raza Hereford pertenecientes al rodeo de la EEMAC, nacidos en la primavera del 2005 y destetados precozmente en diciembre del mismo año. Al inicio del experimento los animales pesaban  $149,9 \pm 20,2$  kg.

### 3.6. CORRALES

Se utilizaron 4 corrales de 30 m de profundidad x 15 m de frente cada uno ( $45 \text{ m}^2$ / animal), con una pendiente de 1,5 %, aproximadamente. Cada corral contaba con agua propia *ad libitum*.

Tres de los corrales contaban con comederos de madera para el suministro diario de la ración (3 m largo, base inferior 0,5 m, base superior 0,8 m y 0,25 m de altura) con un frente de ataque de 60 cm por ternero, colocados en el frente

contrario a la localización del agua. El cuarto corral disponía de un comedero de autoconsumo metálico de doble acceso, de 3 m de largo, determinando el mismo frente de ataque que los demás tratamientos para el consumo de concentrado.

Para el suministro de fardos *ad libitum* se dispuso de aros de hierro 1 m de alto y 1,9 m de diámetro.

### 3.7. TRATAMIENTOS

Se evaluaron dos estrategias de suministro del concentrado (diario vs. autoconsumo); dos formas de inclusión del voluminoso (mezclado con el concentrado en una ración totalmente mezclada o en forma separada), y dos niveles de suministro del voluminoso (restringido o *ad libitum*), dando lugar a los siguientes tratamientos de estructura ortogonal:

Ración Totalmente Mezclada (RTM): suministro diario de concentrado (2.5 kg de MS cada 100 kg de peso vivo) y voluminoso (0.5 % PV) en una ración totalmente mezclada.

Ración fija diaria - Fardo fijo diario (RDFD): suministro diario de concentrado (2.5% PV) y voluminoso (0.5 % PV) ofrecidos en comederos separados.

Ración fija diaria - Fardo *ad libitum* (RDFA): suministro diario de concentrado (2.5% PV) y voluminoso *ad libitum*.

Ración *ad libitum* - fardo *ad libitum* (RAFA): suministro *ad libitum* de concentrado en comederos de autoconsumo y voluminoso *ad libitum*, (fardo en corral).

En los tratamientos en que el voluminoso se ofrecía *ad libitum*, un fardo redondo (350 kg aproximadamente) se colocaba "tal cual", sin desarmar, en el corral, dentro de un aro de hierro.

### 3.8. ALIMENTO

La dieta fue formulada con el objetivo de obtener una ganancia diaria promedio en el corral del entorno de los 700 g/animal/día (NRC, 1996). Tomando como base el tratamiento RTM, se formuló una ración con una relación concentrado: voluminoso 85:15, en base a grano de sorgo partido, afrechillo de trigo molido, expeller de girasol molido, heno de moha (*Setaria italica*), monensina y un núcleo vitamínico-mineral.

En los cuadros 10 y 11 se presentan la composición de la dieta y la composición química de los ingredientes utilizados, respectivamente.

Cuadro 10: Composición del concentrado y de la dieta (base seca).

Ingredientes	Concentrado (%)	Dieta <sup>1</sup> (%)
Sorgo molido	40	34
Afrechillo de trigo	40	34
Expeller de girasol	20	17
Rumensin <sup>2</sup>	1,5 g/animal/día	-
Núcleo vitamínico-mineral <sup>3</sup>	10 g/animal/día	-
Fardo de moha	-	15

Los resultados de están expresados en base seca.

1- Tomando como referencia la ración totalmente mezclada.

2- Producto comercial que presenta 10 % de Monensina.

3- Núcleo compuesto por: Vit A, D 3, E, Mn, Fe, Zn, Cu, I, Se, Co, Mg, S.

Cuadro 11: Composición química de los alimentos, del concentrado y de la dieta utilizados.

Análisis	Componentes					
	Sorgo grano	Expeller girasol	de Trigo afrechillo	Heno moha	de Concentrado	Dieta <sup>1</sup>
MS%	89.45	91.70	89.76	92.08	90.00	90.31
C%	1.24	6.87	4.96	10.91	3.85	4.90
PC%	8.20	32.29	15.59	9.39	15.97	14.98
FDNcc%	13.11	50.60	41.07	70.69	31.79	37.63
FDAcc%	5.33	30.69	11.39	42.04	12.83	17.21

Los resultados están expresados en base seca.

(MS: materia seca, cenizas (C), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro corregida por cenizas (FDNcc) y fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAcc).

<sup>1</sup>Tomando como referencia el tratamiento RTM.

La forma de presentación de la dieta consistió en una ración molida, aunque el grano de sorgo se presentó molido grueso. El fardo se presentó tal cual, como rollo en el corral en los tratamientos *ad libitum* y desmenuzado en los comederos en los tratamientos restringidos, sin picar.

### 3.9. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El periodo experimental constó de dos etapas: la etapa de manejo a corral durante el invierno seguido de la etapa de manejo a pasto durante la primavera. Previamente, hubo un periodo pre-experimental de adaptación a las nuevas dietas y rutinas de manejo.

#### 3.9.1. Período pre-experimental

Este período tuvo una duración de 12 días, (desde 14/06/06 al 26/06/06) durante el cual se realizó el acostumbramiento de los animales a la nueva dieta.

Los animales fueron manejados sobre una pradera convencional, ofreciéndoles por la mañana el voluminoso y el alimento concentrado. Este último fue aumentándose gradualmente, (100 a 200 g/animal /día), hasta alcanzar un consumo de 3,5 kg/a/d. El voluminoso fue ofrecido a razón de 1 kg/a/d durante

todo el periodo.

Previo al ingreso de los terneros a los corrales (día 0), estos fueron pesados y asignados aleatoriamente a cada tratamiento.

### **3.9.2. Período experimental**

La etapa de confinamiento, tuvo una duración de 78 días, desde el 27/06/06 al 12/09/06.

#### **3.9.2.1. Manejo de la alimentación**

El suministro de concentrado en comederos de autoconsumo fue regulado mediante la inclusión de sal durante los primeros 6 días de confinamiento, a razón de 100 g/kg de ración, siendo esta cantidad reducida en forma gradual hasta alcanzar un valor de consumo voluntario de materia seca estable de 2.5% del peso vivo. Posteriormente a este consumo estable se eliminó la sal.

En los tratamientos RTM, RDFD y RDFA, la cantidad ofrecida de concentrado fue ajustada en función de la evolución del consumo de concentrado observado en el tratamiento de autoconsumo (expresado como % del peso vivo promedio de dicho tratamiento) una vez alcanzado un valor de consumo estable.

Hasta el día 33 el concentrado fue ofrecido en una comida diaria (8:00 hs), pasando a dos comidas (8:00 hs y 15:00 hs) a partir de entonces. El comedero de autoconsumo fue monitoreado diariamente para su reabastecimiento en caso de ser necesario, cuidando que los animales tuvieran ración *ad libitum*.

En los tratamientos RTM y RDFD el suministro diario de fibra se ajustó semanalmente, de acuerdo a la evolución del peso vivo, de forma de mantener una relación concentrado: voluminoso entorno a 85:15.

En los tratamientos en donde la oferta de voluminoso fue restringida al 0.5 % del PV, esta se ajusto semanalmente en base al peso vivo promedio de cada lote.

El voluminoso ofrecido diariamente era pesado previo a su suministro.

El heno de moha, estaba disponible en fardos redondos con un peso promedio de 474 kg. En los tratamientos RDFA y RAFA, en que el voluminoso era ofrecido *ad libitum*, se colocaba en cada corral un fardo entero dentro de un aro de hierro, y se reponía con otro cuando el residuo era aproximadamente de un 15 % del suministrado originalmente.

### **3.9.2.2. Manejo sanitario**

Los animales fueron dosificados con ivermectina al comienzo del período de confinamiento (05/07/06) con el objetivo de controlar parásitos internos y externos, y tratados con polvo oftalmológico para la prevención contra queratoconjuntivitis.

Fueron observados periódicamente todos los animales con el fin identificar posibles irregularidades, fundamentalmente desordenes de tipo nutricional o disturbios digestivos las cuales no fueron constatadas durante el confinamiento.

### **3.9.3. Periodo de pastoreo post-corral**

Una vez finalizado el periodo de alimentación a corral, todos los animales fueron trasladados al campo y manejados en forma conjunta. Entre el 12 de setiembre y el 18 de octubre los animales pastorearon un raigras anual, con una asignación de forraje de 5 kg de materia seca/ 100 kg de peso vivo, y luego entre el 19 de octubre y el 13 de diciembre, los animales estuvieron en una pradera de festuca, trébol blanco y lotus, manejados al 6 % de asignación de forraje.

El periodo de transición de la dieta a corral a la pastura tuvo una duración de una semana, durante la cual la ración se fue disminuyendo progresivamente mientras pastoreaban en el raigras anual.

### **3.10. DETERMINACIONES**

#### **3.10.1. Peso vivo**

Los animales fueron pesados al ingreso a los corrales y luego semanalmente, siempre por la mañana, sin ayuno previo y sin orden predeterminado de ingreso.

Durante el periodo de alimentación a pasto los animales fueron pesados cada 14 días.

Se usó una balanza electrónica cuya capacidad y precisión fue de  $2000 \pm 0.5$  kg respectivamente.

#### **3.10.2. Consumo de materia seca**

El consumo de materia seca fue determinado diariamente para el grupo de animales en cada tratamiento, como la diferencia entre el alimento ofrecido y rechazado, y expresado en base seca por animal y cada 100 kg de peso vivo. En los tratamientos en los cuales la oferta de voluminoso fue *ad libitum*, el fardo suministrado era pesado previamente a ser colocado dentro del aro en el corral. Diariamente (cada 24 hs), se recogía la fracción de voluminoso circundante a los mismos (desperdicio), que no había sido utilizada por los animales en el período de consumo. Cuando se cambiaba de fardo, se pesaba el forraje residual dentro del aro, el cual se sumaba al desperdicio retirado diariamente. El consumo promedio por animal y por día, fue estimado como la diferencia entre el ofrecido y la suma del rechazo más el desperdicio, para el periodo en que estaba cada fardo.

En el tratamiento de autoconsumo el comedero era vaciado diariamente de manera de medir el consumo diario de concentrado.

Para determinaciones de materia seca del ofrecido se tomaba una muestra cada vez que se colocaba un fardo en el corral y para la ración se tomo solo una muestra al comienzo del experimento. Para el alimento rechazado, ración y fardo, se tomaban muestras todos los días para calcular la materia seca de forma de estimar el consumo diario.

### **3.10.3. Comportamiento animal**

El comportamiento se evaluó por apreciación visual en cuatro terneros por tratamiento, elegidos al azar. Cada dos semanas, 3 días alternados en la semana a 1, 3 y 6 días luego de la pesada, durante las horas de luz (8:00 a las 18:00 horas), se registro cada 15 minutos la actividad que estaba siendo realizada por el animal: rumia, descanso, consumo de alimento (heno o ración) y consumo de agua. Un día de comportamiento tuvo que ser corrido para la semana entrante por precipitaciones.

### **3.10.4. Eficiencia de conversión**

Para el cálculo de esta variable se utilizaron los resultados obtenidos del consumo total de materia seca promedio diario y la ganancia media diaria para el periodo a corral. La formula utilizada se describe a continuación:

$$EC = \text{Consumo (kgMS/a/d)} / \text{GMD (kg/a/d)}$$

Donde:

EC= eficiencia de conversión

GMD= ganancia media diaria (kg/a/d)

## **3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Las variables de respuesta analizadas en el experimento fueron: ganancia media diaria en el corral, ganancia media diaria a pasto, ganancia media diaria global; consumo de materia seca y comportamiento animal a corral, evaluado

como la proporción del tiempo total dedicado a cada actividad y el patrón de distribución diaria de cada una de ellas.

Para estudiar el efecto de los tratamientos sobre el peso vivo, se ajustó un modelo lineal de heterogeneidad de pendiente de medidas repetidas en el tiempo, estimándose la ganancia diaria a partir de las pendientes calculadas. El modelo estadístico general utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + S_i + \varepsilon_{ij} + \beta_1 D_k + \beta_{1i} S_i D_k + \beta_2 P_{\text{Vinicial}} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

$Y_{ijk}$  = peso vivo del j-ésimo animal, perteneciente al i-ésimo tratamiento, en el día k.

$\beta_0$  = intercepto.

$S_i$  = tratamiento (i = RTM, RDFD, RDFA, RAFA).

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

$\beta_1$  = coeficiente de regresión asociado a la medición repetida ( $D_k$ ).

$\beta_{1i} S_i$  = coeficiente de regresión asociado a la medida repetida para cada tratamiento (ganancia diaria por tratamiento).

$\beta_2$  = coeficiente de regresión asociado a la covariable  $P_{\text{Vinicial}}$ .

$\varepsilon_{ijk}$  = error de la medida repetida (dentro de grupos, entre mediciones).

Se utilizó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS, considerando la auto correlación entre las medidas repetidas en el tiempo. Los coeficientes de regresión respecto a los días (ganancias diarias) de los diferentes tratamientos, fueron comparadas por contrastes ortogonales.

El efecto de los tratamientos sobre el comportamiento ingestivo, fue estudiado a través de modelos lineales generalizados de medidas repetidas en

el tiempo, asumiendo que el número de veces que un animal realiza una actividad, con relación al total de veces observado, tuvo una distribución binomial. Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$\ln(p/(1-p)) = \beta_0 + S_i + P_j + (SP)_{ij} + D_k(P)_j$$

Donde:

P es la probabilidad de rumia, descanso, consumo de agua, consumo de fardo o consumo de concentrado.

$\beta_0$  = intercepto.

$S_i$  = efecto de los tratamientos.

$P_j$  = efecto del periodo (semana).

$(SP)_{ij}$  = interacción entre tratamiento y semana.

$D_k(P)_j$  = efecto de los días dentro de cada semana.

El patrón de comportamiento animal fue caracterizado a partir del agrupamiento de las observaciones de cada actividad en intervalos de dos horas a lo largo del día, siendo comparados los tratamientos en cada intervalo utilizando el mismo modelo arriba presentado.

El efecto de los tratamientos sobre los componentes de la alimentación (ofrecido, rechazo y consumo), fue estudiado a través de los modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo. Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + \varepsilon_{ij} + P_k + (SP)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = ofrecido, rechazo o consumo.

$\mu$  = media general.

$S_i$  = efecto de los tratamientos.

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental.

$P_k$  = efecto del periodo (semana).

$(SP)_{ik}$  = interacción entre tratamiento y semana.

$\varepsilon_{ijk}$  = error de la medida repetida.

Dado que en el tratamiento RTM, la dieta ofrecida era totalmente mezclada, no se midieron los rechazos de concentrado y de heno por separado, por lo tanto no se estimó el consumo de cada componente. Esto determinó que el primer contraste no fuera analizado para estas variables, pudiéndose realizar solamente para el consumo total de MS.

En todos los casos, tanto los coeficientes de regresión estimados, como las medias de consumo y comportamiento animal para cada tratamiento fueron comparados de acuerdo a la estructura de contrastes ortogonales pre-planificada que presentaban los tratamientos.

Los contrastes analizados fueron:

- 1) RTM vs. (RDFD + RDFA + RAFA)/3: efecto del mezclado,
- 2) RDFD vs. (RDFA + RAFA)/2: efecto del nivel de suministro de fardo,
- 3) RDFA vs. RAFA: efecto de la frecuencia y nivel de suministro del concentrado.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. EVOLUCIÓN DEL PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA

La evolución de peso vivo durante el periodo de alimentación a corral mostró una tendencia de ajuste lineal ( $P < 0,0001$ ). Las pendientes de estas curvas, representando a la ganancia diaria no difirieron entre tratamientos ( $P = 0,1995$ ) siendo solamente afectadas por el peso inicial ( $P < 0,0001$ ), (anexo 1).

En el cuadro 12 se presentan las ganancias medias diarias para cada etapa y para todo el periodo, en tanto en el cuadro 13 aparecen los efectos de los diferentes contrastes.

Cuadro 12: Ganancia media diaria (GMD) en el corral, a pasto y para todo el periodo en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral.

	Tratamientos				Valor P <sup>1</sup>
	RTM	RDFD	RDFA	RAFA	
GMD (kg/ día)					
Corral (días 1- 78)	0,698	0,712	0,703	0,850	0,1995
Pasto (días 79-169)	1,032	0,975	1,022	0,912	0,7221
Total (días 1-169)	0,960	0,923	0,944	0,914	0,8413

RTM: ración totalmente mezclada ofrecida diariamente; RDFD) cantidad y frecuencia igual a RTM pero concentrado y voluminoso ofrecidos en comedero separados; RDFA) suministro de concentrado igual a RDFD y voluminoso ofrecido fardo *ad libitum* en el corral, RAFA) concentrado ofrecido en comederos de autoconsumo y fardo igual a RDFA,

<sup>1</sup> Significancia estadística (probabilidad error) según la prueba F del análisis de varianza.

Cuadro 13: Diferencia en la ganancia media diaria (GMD) en el corral, a pasto y para todo el periodo invierno-primaveral en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral durante el invierno.

	CONTRASTES		
	Efecto del "mezclado" <sup>1</sup>	Efecto del suministro de "fardo <i>ad libitum</i> " <sup>2</sup>	Efecto de la "Frecuencia de suministro de concentrado" <sup>3</sup>
$\Delta$ GMD (g/día)			
Corral	-56 ns	-64 ns	-147 † <sup>3</sup>
Pasto	63 ns	9 ns	110 ns
Pasto+Corral	33 ns	-6 ns	30 ns

<sup>1</sup> Contraste: RTM vs. (RDFD+RDFA+RAFA)/3

<sup>2</sup> Contraste: RDFD vs. (RDFA+RAFA)/2

<sup>3</sup> Contraste: RDFA vs. RAFA

RTM: ración totalmente mezclada ofrecida diariamente; RDFD) cantidad y frecuencia igual a RTM pero concentrado y voluminoso ofrecidos en comedero separados; RDFA) suministro de concentrado igual a RDFD y voluminoso ofrecido fardo *ad libitum* en el corral, RAFA) concentrado ofrecido en comederos de autoconsumo y fardo igual a RDFA,

ns: P>0,01, †: P<0,10 .

El contraste ortogonal de medias (Cuadro 13) muestra que el mezclado del fardo con el concentrado no mejoró significativamente la ganancia media diaria de peso vivo en el corral (RTM vs. RDFD + RDFA + RAFA; -56,6 g P= 0,4010), tampoco hubo efecto del suministro del voluminoso en cantidad fija diaria respecto a su suministro *ad libitum* colocando el fardo entero en el corral (RDFD vs RDFA + RAFA; -64,0 g P= 0,3713), observándose una tendencia a presentar mayor ganancia los terneros alimentados con autoconsumo respecto a los manejados con suministro diario de concentrado (RDFA vs RAFA; -146,7g P= 0,0762).

La evolución de peso vivo durante el periodo de alimentación a pasto, mostró una tendencia de ajuste lineal (P<0,0001). Las pendientes de esta curvas, representando a la ganancia diaria no difirieron entre tratamientos (P= 0,7221) siendo solamente afectadas por el peso inicial (P<0,0001), (anexo 2).

El manejo de la alimentación a corral no afectó la ganancia de peso vivo a pasto durante los 90 días posteriores a la salida del corral (P= 0,7221). La evolución de peso vivo en dicho periodo fue lineal (P<0,01), los coeficientes de

regresión, representando a la tasas de ganancia diaria y los contrastes entre medias se presentan en el cuadro 12 y 13 respectivamente.

Analizando los contrastes (cuadro 13), no existieron diferencias significativas entre la ración totalmente mezclada respecto al suministro de alimento por separado (RTM vs. RDFD + RDFA + RAFA; 63 g  $P= 0,5123$ ). En cuanto al suministro de fardo, no existieron diferencias significativas entre el suministro restringido y el ofrecido *ad libitum* (RDFD vs RDFA + RAFA; 9 g  $P= 0,9332$ ) y en el suministro de concentrado no existieron diferencias significativas entre suministro diario y el autoconsumo (RDFA vs RAFA; 110 g  $P= 0,3496$ ).

La evolución de peso vivo durante el periodo invierno-primaveral de alimentación (corral mas pasto), mostró una tendencia de ajuste lineal ( $P<0,0001$ ). Las pendientes de esta curvas, representando a la ganancia diaria no difirieron entre tratamientos ( $P= 0,8413$ ) siendo solamente afectadas por el peso inicial ( $P<0,0001$ ), (anexo 3).

El manejo de los alimentos en el corral no tuvo efecto sobre las ganancias diarias para el periodo de corral y pasto considerado conjuntamente ( $P= 0,8413$ , Cuadro 12).

El contraste ortogonal de medias (Cuadro 13) muestra que el mezclado del fardo con el concentrado no mejoró significativamente la ganancia media diaria de peso vivo en el corral + pasto (RTM vs. RDFD + RDFA + RAFA; 32,6 g  $P= 0,4696$ ), tampoco hubo efecto del suministro del voluminoso en cantidad fija diaria respecto a su suministro *ad libitum* colocando el fardo entero en el corral (RDFD vs RDFA + RAFA; -6 g  $P= 0,9020$ ), ni tampoco existió diferencia significativa entre la ganancia media diaria presentada por los terneros alimentados con autoconsumo respecto a los manejados con suministro diario de concentrado (RDFA vs RAFA; 30 g  $P= 0,5855$ ).

## 4.2. CONSUMO

El consumo medio diario de concentrado, expresado como % del peso vivo, no estuvo afectado por los tratamientos ( $P= 0,284$ ), siendo significativo el efecto de la interacción de semana x tratamientos ( $P= 0,017$ ). Días dentro de semana no fue significativo ( $P= 0,797$ ), (anexo 4).

En el cuadro 14 se presentan las medias ajustadas de consumo medio diario de materia seca total y de cada componente en los diferentes tratamientos expresados como % PV y kg de MS/a/d.

Cuadro 14: Consumo de materia seca (CMS) en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral.

	Tratamientos*				Valor P ***
	RTM	RDFD	RDFA	RAFA	
CMS (% peso vivo)**					
Heno	-----	0,46 b	0,55 a	0,42 c	<0,0001
Concentrado	-----	2,57	2,57	2,64	0,2843
Concentrado + heno	3,04	3,02	3,11	3,04	0,3479
CMS (kg/ animal/ dia)					
Fardo		0,71 b	0,90 a	0,70 b	<0,0001
Concentrado		4,39 b	4,36 b	4,82 a	<0,0001
Concentrado + heno	5,23 b	5,16 b	5,26 b	5,54 a	<0,0001

\*RTM: ración totalmente mezclada ofrecida diariamente; RDFD) cantidad y frecuencia igual a RTM pero concentrado y voluminoso ofrecidos en comedero separados; RDFA) suministro de concentrado igual a RDFD y voluminoso ofrecido fardo *ad libitum* en el corral, RAFA) concentrado ofrecido en comederos de autoconsumo y fardo igual a RDFA,

\*\*El consumo parcial de fardo y concentrado no fue estimado en RTM,

\*\*\* Significancia estadística (probabilidad error) según la prueba F del análisis de varianza, letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente.

El consumo de heno expresado como % PV, durante el periodo a corral, fue afectado por los tratamientos, semana y su interacción, para  $P < 0,0001$ ; no habiendo efecto para los días dentro de semana ( $P = 0,2123$ ), (anexo 5).

En el cuadro 15 se resumen los efectos del mezclado, del fardo *ad libitum* y el efecto del autoconsumo de concentrado sobre el consumo de materia seca total y sobre cada componente, expresados como porcentaje del peso vivo.

Cuadro 15: Diferencias en consumo de materia seca en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral.

	CONTRASTES		
	Efecto del "mezclado" <sup>1</sup>	Efecto del suministro de "fardo <i>ad libitum</i> " <sup>2</sup>	Efecto del suministro de "concentrado" <sup>6</sup>
$\Delta$ CMS (% PV)			
Concentrado	-----	-0,04 ns <sup>4</sup>	-0,07 ns
Heno	-----	-0,03 ns	0,12 <sup>***</sup>
Concentrado+Heno	-0,01 ns	-0,05 ns	0,08 ns

<sup>1</sup> Contraste: RTM vs. (RDFD+RDFA+RAFA)/3

<sup>2</sup> Contraste: RDFD vs. (RDFA+RAFA)/2

<sup>3</sup> Contraste: RDFA vs. RAFA

RTM: ración totalmente mezclada ofrecida diariamente; RDFD) cantidad y frecuencia igual a RTM pero concentrado y voluminoso ofrecidos en comedero separados; RDFA) suministro de concentrado igual a RDFD y voluminoso ofrecido fardo *ad libitum* en el corral, RAFA) concentrado ofrecido en comederos de autoconsumo y fardo igual a RDFA,

<sup>4</sup>ns: diferencia no significativa; \* : P< 0,05, \*\* :P< 0,01, \*\*\* : P< 0,0001.

La forma de suministro de heno (restringido vs *ad libitum*) no presentó diferencia significativa cuando fue expresado como % PV (cuadro 15).

El suministro diario de concentrado respecto al autoconsumo, presentó un consumo significativamente mayor de heno, expresado en % PV (cuadro 14).

Los tratamientos no significaron una fuente de variación estadística (P= 0,3479) cuando se analizó el consumo total de materia seca como % PV, así como tampoco los días dentro de semana (P= 0,8244).

No obstante se observaron diferencias significativas en el consumo total de materia seca, en función de la semana, durante período a corral, y de su interacción con los tratamientos,(P< 0,0001), (anexo 6). Se evidenció únicamente en la semana 4 un aumento en el consumo del tratamiento RDFA, lo que explica la diferencia en la interacción semana x tratamiento.

La forma de presentación del alimento, el nivel de suministro de heno y el nivel de suministro de concentrado, no afectó significativamente el consumo de materia seca total expresado como % del peso vivo, (cuadro 15).

#### 4.2.1. Eficiencia de conversión

La eficiencia de conversión de concentrado y de materia seca total presentó valores similares dado los valores de consumo y ganancias reportados arriba. No obstante como se aprecia en el cuadro 16, el autoconsumo de concentrado presentó una eficiencia calculada mayor.

Cuadro 16: Eficiencia de conversión de la MS para los tratamientos.

	Tratamientos			
	RTM	RDFD	RDFA	RAFA
CMSt (kgMS/a/d)	5,23	5,16	5,26	5,54
GMD (kg/a/d)	0,70	0,71	0,70	0,85
EC (kg MS/kg gan.)	7,47	7,26	7,51	6,52

RTM: ración totalmente mezclada ofrecida diariamente; RDFD) cantidad y frecuencia igual a RTM pero concentrado y voluminoso ofrecidos en comedero separados; RDFA) suministro de concentrado igual a RDFD y voluminoso ofrecido fardo *ad libitum* en el corral, RAFA) concentrado ofrecido en comederos de autoconsumo y fardo igual a RDFA; CMSt) consumo de materia seca total; GMD) ganancia media diaria; EC) eficiencia de conversión.

### 4.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO

#### 4.3.1. Comportamiento animal

En el cuadro 17 se presenta la probabilidad de ocurrencia de las diferentes actividades durante el tiempo total de observación, (horas de luz).

Cuadro 17: Probabilidad de encontrar los animales consumiendo, rumiando o descansando durante el periodo de horas luz (8 a 18 hs) según tratamiento.

Tratamientos	Consumo			Rumia	Descanso
	Concentrado	Heno	Agua		
RTM	0,39 a*	-	0,02 a	0,09 a	0,49 ab
RDFD	0,22 b	0,20 a	0,02 a	0,11 a	0,43 b
RDFA	0,23 b	0,09 b	0,02 a	0,12 a	0,53 ab
RAFA	0,18 b	0,09 b	0,03 a	0,12 a	0,56 a

RTM: ración totalmente mezclada ofrecida diariamente; RDFD) cantidad y frecuencia igual a RTM pero concentrado y voluminoso ofrecidos en comedero separados; RDFA) suministro de concentrado igual a RDFD y voluminoso ofrecido fardo *ad libitum* en el corral, RAFA) concentrado ofrecido en comederos de autoconsumo y fardo igual a RDFA,

\* corresponde al consumo de fardo + concentrado

Valores seguidos de diferentes letras dentro de la columna difieren significativamente para  $P < 0,05$  (test Tukey).

La proporción del tiempo de observación dedicado al consumo de concentrado fue afectada por los tratamientos ( $P < 0,0001$ ) y la semana dentro del periodo experimental ( $P = 0,0382$ ). Ni la interacción tratamiento x semana ( $P = 0,1629$ ), ni la variable día de observación dentro de la semana ( $P = 0,1946$ ) fueron fuentes significativas de variación.

Se registraron diferencias significativas ( $P = 0,0013$ ) para la proporción de tiempo dedicada al consumo de heno según los tratamientos así como también para la interacción entre estos y la semana ( $P = 0,0382$ ). La semana ( $P = 1,0000$ ) y la variable día de observación dentro de la semana ( $P = 0,3194$ ) no fueron fuentes significativas de variación.

Para la proporción del tiempo de observación dedicada a la rumia y al consumo de agua, no hubo ningún efecto significativo de las fuentes de variación analizadas. Para la actividad de descanso, ésta estuvo afectada por los tratamientos ( $P < 0,0515$ ) y la interacción de estos con la semana dentro del periodo experimental ( $P = 0,0083$ ) (anexo 9 y 11), en donde el tratamiento RDFD evidencio un menor tiempo dedicado al descanso respecto al tiempo total observado a medida que transcurrieron las semanas mientras que los tratamientos RDFA y RAFA presentaron una evolución opuesta.

En el cuadro 18 se presentan las diferencias resultantes de los contrastes ortogonales en donde se muestra el efecto del mezclado, del fardo *ad libitum* y el efecto del autoconsumo de concentrado sobre el tiempo total dedicado a cada actividad.

Para el tiempo dedicado al consumo de heno el RDFD presentó diferencias significativas con respecto al RDFA y RAFA, siendo el primero el de mayor tiempo dedicado.

El mayor tiempo dedicado al descanso lo presento el RAFA, el RDFA y RTM presentan un comportamiento intermedio, el RDFD presentó significativamente el menor tiempo. Para las variables proporción del tiempo total de observación dedicado a beber agua y a la actividad de rumia no existieron diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 18).

Cuadro 18: Diferencias en la probabilidad de ocurrencia de determinada actividad en terneros sometidos a diferentes manejos del voluminoso y el concentrado en el corral.

	CONTRASTES		
	Efecto del "mezclado" <sup>1</sup>	Efecto del suministro de "fardo <i>ad libitum</i> " <sub>2</sub>	Efecto del suministro de "concentrado" <sup>3</sup>
Consumo concentrado	0,18 <sup>***</sup>	0,015 ns	0,05 <sup>*</sup>
Consumo heno	-----	0,11 <sup>**</sup>	0,00 ns
Rumia	-0,027 ns	-0,01 ns	0,00 ns
Descanso	-0,017 ns	-0,115 <sup>**</sup>	-0,03 ns
Agua	-0,0003 ns	-0,0005 ns	-0,01 ns

<sup>1</sup> Contraste: RTM vs. (RDFD+RDFA+RAFA)/3

<sup>2</sup> Contraste: RDFD vs. (RDFA+RAFA)/2

<sup>3</sup> Contraste: RDFA vs. RAFA

RTM: ración totalmente mezclada ofrecida diariamente; RDFD) cantidad y frecuencia igual a RTM pero concentrado y voluminoso ofrecidos en comedero separados; RDFA) suministro de concentrado igual a RDFD y voluminoso ofrecido fardo *ad libitum* en el corral, RAFA) concentrado ofrecido en comederos de autoconsumo y fardo igual a RDFA, ns: diferencia no significativa, \* : P< 0,05, \*\* :P< 0,01, \*\*\*: P< 0,0001.

El hecho de tener una ración totalmente mezclada (heno y concentrado en el comedero) determinó un mayor tiempo de consumo en el mismo. Por lo tanto la proporción de tiempo destinado a esta actividad, es tanto para el consumo de concentrado como para el consumo de heno.

El nivel de suministro de heno afectó la proporción de tiempo total dedicada a su consumo ( $P= 0,01$ ) y al descanso ( $P= 0,01$ ). Animales bajo un suministro restringido de fardo dedicaron mayor tiempo al consumo del mismo respecto a aquellos bajo suministro *ad libitum*, mientras que estos últimos presentaron mayor tiempo dedicado al descanso relativo a los animales con suministro de heno restringido.

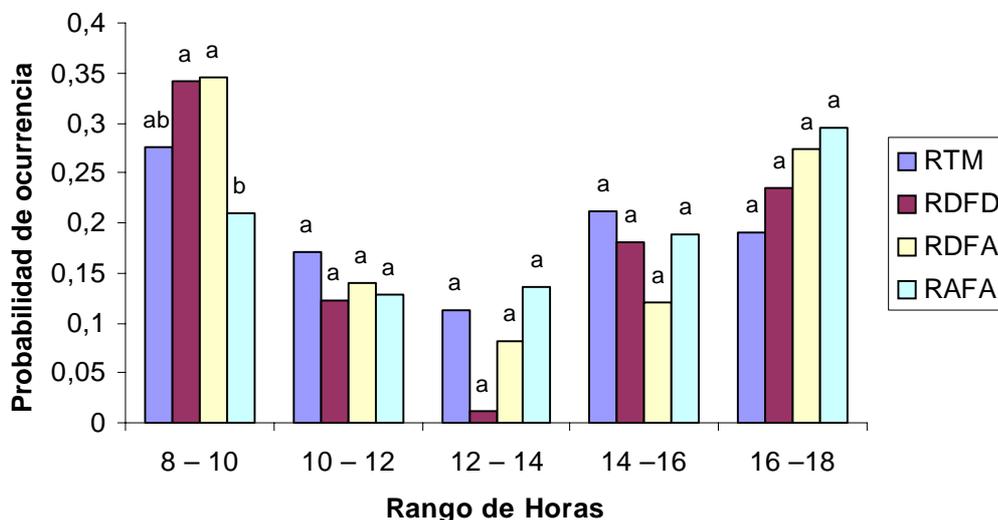
Los terneros manejados con autoconsumo de ración dedicaron menos tiempo al consumo de la misma comparados con terneros bajo suministro diario ( $P < 0,05$ ), (cuadro 18).

#### **4.3.2. Patrón de comportamiento**

En los anexos 12 a 37 se presentan los resultados del análisis estadístico para cada una de las actividades, evaluadas en intervalos de dos horas. En los gráficos 2 a 5 se describe el patrón de consumo de concentrado y voluminoso, el patrón de rumia y descanso, respectivamente.

El patrón de consumo de agua no presentó diferencias significativas para las fuentes de variación durante todos los periodos.

En el consumo de concentrado se aprecia que la mayor probabilidad de encontrar a los animales en esta actividad se dieron entre las 8 – 10 hs y 16 – 18 hs. El mínimo valor se dio de 12 – 14 hs.



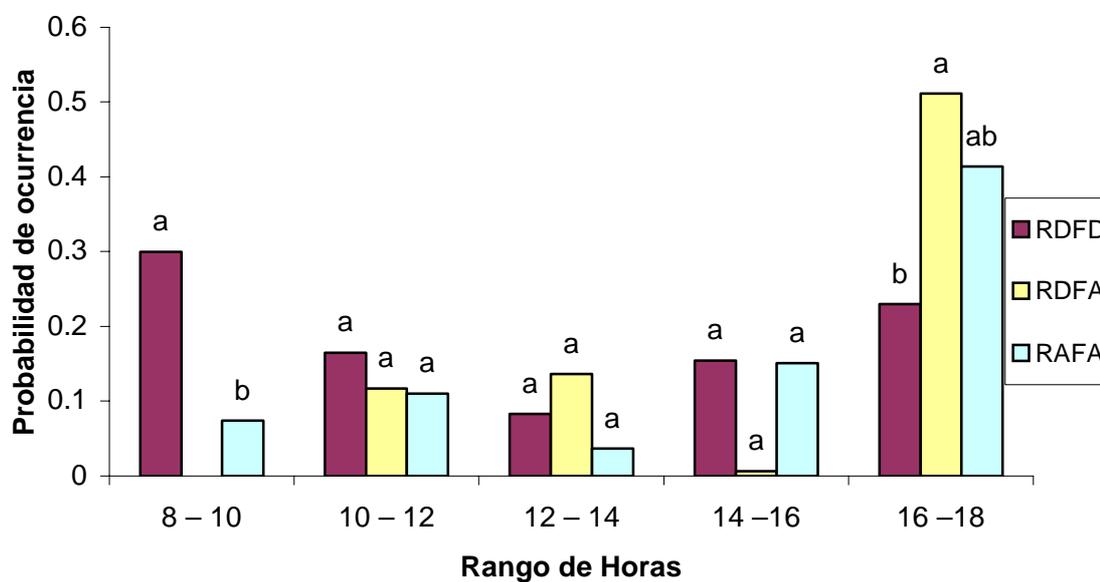
\*letras distintas difieren estadísticamente dentro de cada horario, para  $P < 0,05$  (test Tukey)

Gráfico 2: Patrón de consumo de concentrado según tratamientos.

Los animales bajo suministro diario de concentrado como el RDFD y el RDFA, consumían totalmente el alimento a las 18 hs. y no se acercaban a los comederos una vez terminado el concentrado.

Para el horario de 8-10 la forma de suministro de concentrado (diario vs *ad libitum*), afectó la probabilidad de encontrar a los animales consumiendo el mismo, siendo el suministro diario el de mayor tiempo de consumo para ( $P = 0,0011$ ).

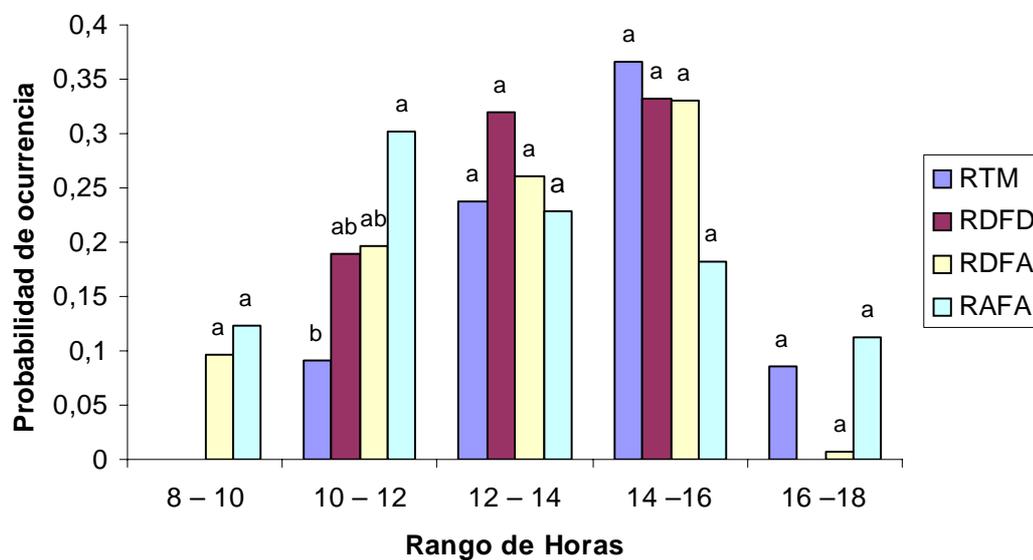
La mayor proporción de tiempo dedicado al consumo de heno se dio entre las 16 – 18 hs para los tratamientos con fardo *ad libitum*. Para los terneros con fardo diario los máximos son entre 8 – 10 hs y 16 – 18 hs, siendo el mínimo entre las 12 – 14 hs, presentando un comportamiento similar con el consumo de concentrado.



\*letras distintas difieren estadísticamente dentro de cada horario, para  $P < 0,05$  ( test Tukey)

Gráfico 3: Patrón de consumo de Heno según tratamiento.

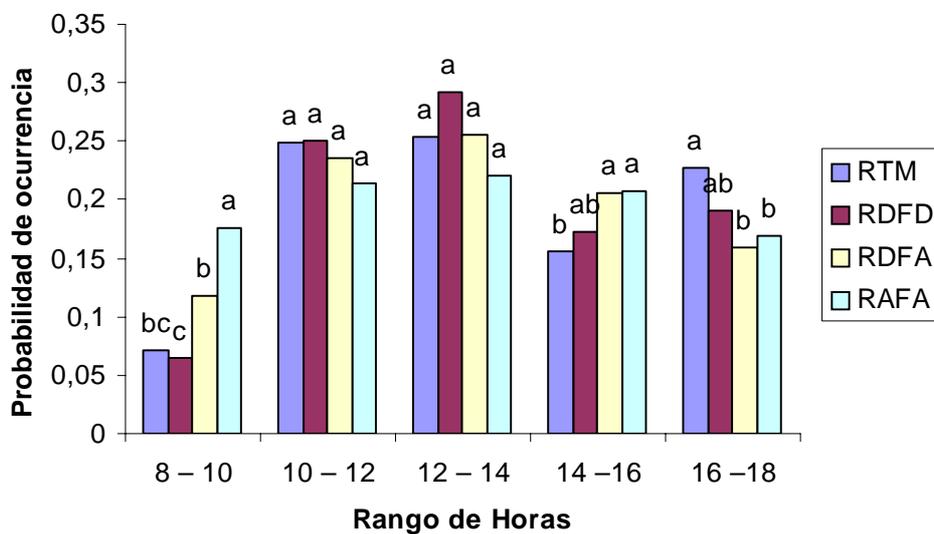
Para el patrón de rumia los mayores tiempos dedicados a la actividad se desarrollaron entre las 10 – 16 hs, teniendo un patrón inverso al tiempo de consumo de concentrado y voluminoso.



\*letras distintas difieren estadísticamente dentro de cada horario, para  $P < 0,05$  ( test Tukey)

Gráfico 4: Patrón de rumia según tratamiento.

Para el patrón de descanso, el tratamiento de autoconsumo se comporta similar a lo largo del día, mientras que los tratamientos de fardo diario son los que presentan mayor variación, presentando un mínimo entre 8 – 10 hs y un máximo entre 10 – 14 hs.



\*letras distintas difieren estadísticamente dentro de cada horario, para  $P < 0,05$  ( test Tukey)

Gráfico 5: Patrón de descanso según tratamiento.

La proporción de tiempo total dedicado al descanso, de 8 – 10 hs, se vio afectado por el nivel de suministro de fardo ( $P= 0,001$ ) y concentrado ( $P= 0,0073$ ), siendo los suministros *ad libitum* los que dedicaron mas tiempo a esta actividad.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. EL CORRAL COMO ALTERNATIVA DE MANEJO INVERNAL DE TERNEROS

Las ganancias de peso obtenidas estuvieron dentro de los rangos esperados de acuerdo a la formulación realizada (NRC, 1996), las cuales fueron entre 0,698 y 0,850 kg/d y cuyo promedio se situó en 0,740 kg/d. Éstas no afectaron la ganancia posterior a pasto que tuvo un rango entre 0,912 y 1,032 kg/d para un período de 90 días. Esto indica que las ganancias a pasto fueron independientes del tratamiento del cual procedieron.

Se evidencia que en el análisis conjunto (periodo a pasto + corral), la tendencia de mayor ganancia que presentó el autoconsumo en el periodo a corral se diluyó, (gráfico 6).

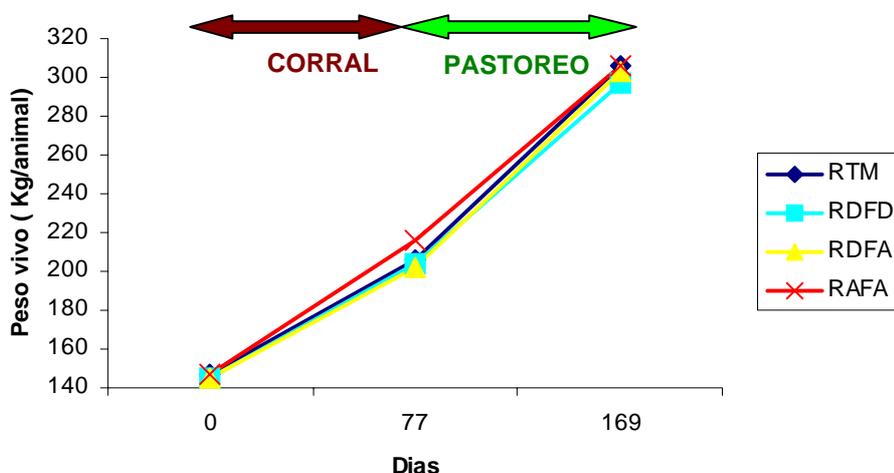


Gráfico 6 Evolución de peso vivo para los períodos a corral y pasto según tratamientos.

Las ganancias a pasto estuvieron dentro de lo esperado para animales pastoreando verdes y praderas en la primavera y para el nivel de asignación de forraje (5 % AF), (Simeone y Beretta, 2005).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Parra et al. (2006) quienes trabajando con dos concentraciones energéticas de dietas a corral, una con alta participación de grano (64%) y otra con baja participación de grano (38%), sugieren que ganancias a corral del entorno de 0,750 kg/día, dentro de un rango de 0,507 (bajo grano) a 1,26 kg/a/d (alto grano), serían las que maximizarían las ganancias a pasto, siendo estas del entorno de 0,473 kg/a/d para los de alto grano y 0,665 kg/a/d para los de bajo grano para un período a pasto de 150 días de duración. Si bien el tratamiento RAFA en la etapa a corral presentó una tendencia a una ganancia superior (0,850 kg/d), en la etapa pastoril esa ganancia no afectó el performance de los animales de este tratamiento (0,912 kg/día).

Dietas en el corral más concentradas, que determinarían mayores ganancias en el mismo, representarían a su vez, un cambio más abrupto al pasar a una dieta fibrosa, (etapa pastoril) pudiendo esta transición afectar las ganancias durante el primer mes a pasto. Según Freetly et al. (1995) esto es debido a que el animal debe alcanzar un nuevo equilibrio entre la energía metabólica consumida y la capacidad física y digestiva del rumen y del tracto posterior lo cual le llevaría, aproximadamente, un mes. A medida que la dieta a corral es más concentrada (53 vs. 79 % de concentrado), mayor será el desbaste que sufra el animal durante los primeros días de pastoreo (Parra et al., 2006).

## **5.2. EFECTO DEL MEZCLADO DE LA FIBRA CON EL CONCENTRADO**

El hecho de suministrar una ración totalmente mezclada (RTM), con respecto al suministro por separado del voluminoso y el concentrado, no mostró diferencias en la ganancia media diaria ni tampoco en los consumos totales de MS, lo que sugiere que, no obstante las diferencias en la forma de suministro, los animales habrían consumido similares cantidades y calidad de nutrientes.

La forma de presentación del alimento afectó el tiempo de consumo, presentando la RTM la mayor probabilidad de encontrar a los animales consumiendo ración, respecto a los tratamientos con el alimento ofrecido separado. Para estos últimos se evaluó el tiempo total dedicado al consumo de concentrado, únicamente. Este mayor tiempo de consumo es debido a la presencia de fibra larga en RTM, concordando con lo reportado por Pordomingo et al. (2002) quienes reportan que la inclusión de la fibra larga determinó una menor tasa de consumo sin afectar el resultado productivo.

Similares resultados fueron reportados por Atwood et al. (2001) donde se comparó la influencia en el consumo y la ganancia de peso de terneros al ofrecer una dieta totalmente mezclada, u otra en la cual los mismos componentes se ofrecían separados, tanto los del concentrado como los de la fibra, en donde las dos formas de suministro se realizaban *ad libitum*.

Si bien la forma de presentación de la dieta modificaría la relación voluminoso: concentrado en cada ingesta individual y la oportunidad del animal de seleccionar lo que consume, Atwood et al. (2001) demostraron que los animales a los cuales se les fue presentada una dieta en forma separada, manifestaron igual eficacia en constituir la misma, presentando consumos de nutrientes y ganancias de peso vivo medios sin diferencias estadísticas.

### **5.3. EFECTO DE LA FORMA DE SUMINISTRO DE LA FIBRA: RESTRINGIDO VS. *AD LIBITUM***

Ni el consumo de concentrado ni de voluminoso variaron cuando éste ultimo fue ofrecido *ad libitum*, lo cual se reflejó en la ausencia de diferencias en la GMD.

La forma de suministro de fibra no afectó el tiempo total de rumia, esto demuestra que la fracción voluminosa de la dieta en forma independiente de su nivel de suministro cumplió el objetivo prefijado. Esto es, ejercer un efecto físico más que nutritivo, promover la rumia, la salivación y la consecuente producción de buffer ruminal para reducir el riesgo de acidosis, y reducir la tasa de consumo, sin afectar el resultado productivo (Pordomingo et al., 2002).

### **5.4. EFECTO DE LA FORMA DE SUMINISTRO DEL CONCENTRADO: DIARIO VS. AUTOCONSUMO *AD LIBITUM***

Si bien las diferencias no fueron estadísticamente significativas, existió una tendencia ( $P= 0.0762$ ) a que los animales con acceso *ad libitum* al concentrado en comederos de autoconsumo presentaran mayor ganancia media diaria (cuadro 12). Esta respuesta estuvo asociada a un mayor consumo de concentrado (cuadro 14).

No obstante, el tiempo total dedicado al consumo de concentrado difirió estadísticamente ( $P < 0,05$ ) en el tiempo analizado (8:00 - 18:00 hs.), siendo los de mayor tiempo dedicado a esta actividad los terneros bajo suministro diario, probablemente debido al efecto que sobre él ejerció la forma y rutina de alimentación.

Atwood et al. (2001) demostraron que la preferencia por los alimentos ricos en proteína o energía (concentrados) variaron marcadamente para los animales que se les ofreció un alimento a voluntad y con sus componentes por separado (RS), con respecto al ofrecido mezclado (RTM). En el día 21 los niveles PC/energía de la dieta seleccionada por los animales de RS eran mayores que los de RTM y en cambio en el día 40 los niveles PC/energía eran menores en los animales RS con respecto a los RTM. Si bien en este caso la relación es entre proteína y energía y no entre concentrado y fibra queda demostrado como el animal regula su dieta acorde con sus necesidades.

## 5.5. DISCUSIÓN GENERAL

La inclusión del corral como forma de alimentación de terneros demostró ser viable en cuanto a que todos los tratamientos concretaron los objetivos de ganancia media diaria a corral y a pasto, concordando con los antecedentes reportados.

Esto se sustenta en que el hecho de confinar a los animales afecta su comportamiento por dos vías, por un lado, disminuyendo necesidades de mantenimiento, y por otro, controlando de manera más rigurosa su nutrición de acuerdo a los objetivos de producción fijados. Para ello utiliza, una categoría de alta eficiencia en el uso del alimento ofrecido, respecto a la terminación a corral, y presenta ventajas asociadas al uso del forraje, liberando área de pastoreo para otras categorías.

En relación al suministro diario de fardo no existieron diferencias significativas en ganancia media diaria a corral ( $P = 0.3713$ ) con el ofrecido *ad libitum*; en base a esto se destacan las ventajas operativas que tiene el hecho de suministrar el fardo *ad libitum* (rollo entero en el corral vs. fardo restringido presentado desmenuzado en el comedero).

El autoconsumo de concentrado presentó una tendencia a una mayor ganancia media a corral, sin presentar disturbios nutricionales en el corral y problemas durante el cambio a la dieta a pasto. Además simplifica el manejo, reduce tiempo operativo y mejora la logística, lo que amerita seguir investigando en esta línea de trabajo.

Suministrar el concentrado fraccionado dos veces al día, genera picos de consumo más bajos y consecuentemente, un ambiente ruminal mas estable, dado que la relación acético: propiónico generada en el rumen es mayor en relación a ofrecer una vez al día (Soto-Navarro et al., 2000) lo que determina una menor probabilidad de ocurrencia de acidosis láctica.

Se evidenció para los tres tratamientos un consumo en proporción más estable, a partir de la novena semana (grafico 7). Frente a la libre elección de consumo de concentrado o fardo (RAFA), los animales evolucionaron hacia una dieta casi totalmente constituida por concentrado (98 %). El animal pudo adaptar gradualmente el rumen hacia una dieta mas concentrada, con esto se podría pensar en formular dietas con menor porcentajes de fibra efectiva, en la medida que el animal se acostumbre a la dieta de encierre, donde muchas veces la fracción voluminoso es una limitante operativa y de manejo.

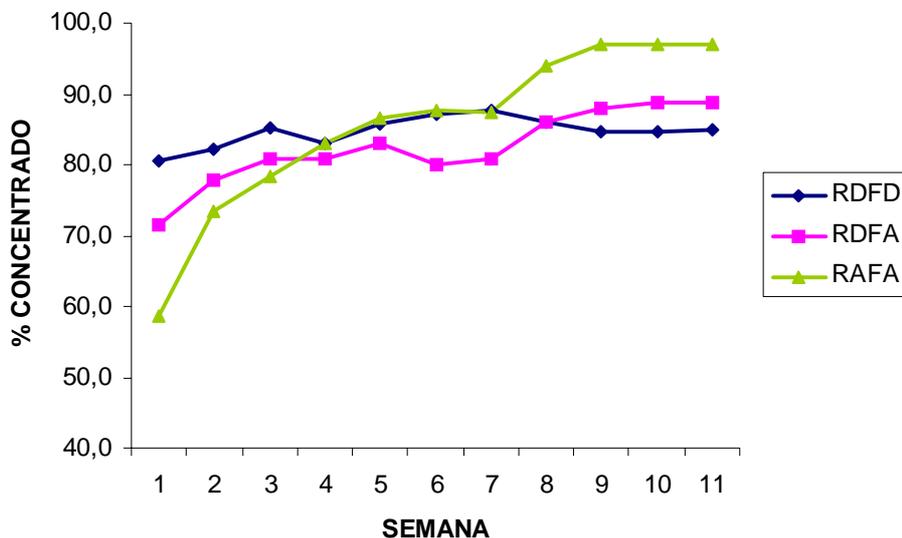


Gráfico 7: Porcentaje de concentrado en el total de la dieta consumida, según tratamientos.

En el gráfico 8 se puede ver como fue la evolución del consumo de concentrado y fardo expresado como porcentaje del peso vivo. El tratamiento RDFD fue el más estable a través de las semanas y el RAFA el que presentó mayor variación llegando a un máximo de consumo de concentrado de 3,15 % para luego estabilizarse con el resto de los tratamientos en torno a 2,5 % de PV. Cabe resaltar que ese consumo se estabilizó sin el agregado de reguladores de consumo como el NaCl. Aunque la ración presentaba un nivel de FDN de 31,8 % base seca, que podría estar controlando los niveles de pH ruminal. Parra et al. (2006) trabajando con dietas de terminación, sin fibra larga (65 % cebada aplastada y 35 % afrechillo de trigo), no observaron acidosis en los animales, en donde el contenido de FDN de esta ración era cercano al 30 %.

En términos generales los tratamientos con fardo *ad libitum* mostraron una tendencia a disminuir el consumo del mismo, lo que fue más evidente en el tratamiento RAFA (de 0,89 a comienzos del corral a 0,007 % PV al fin del período a corral), mientras que en el tratamiento RDFD el mismo tendió a presentar un consumo estable en torno a 0,46 % PV (gráfico 8).

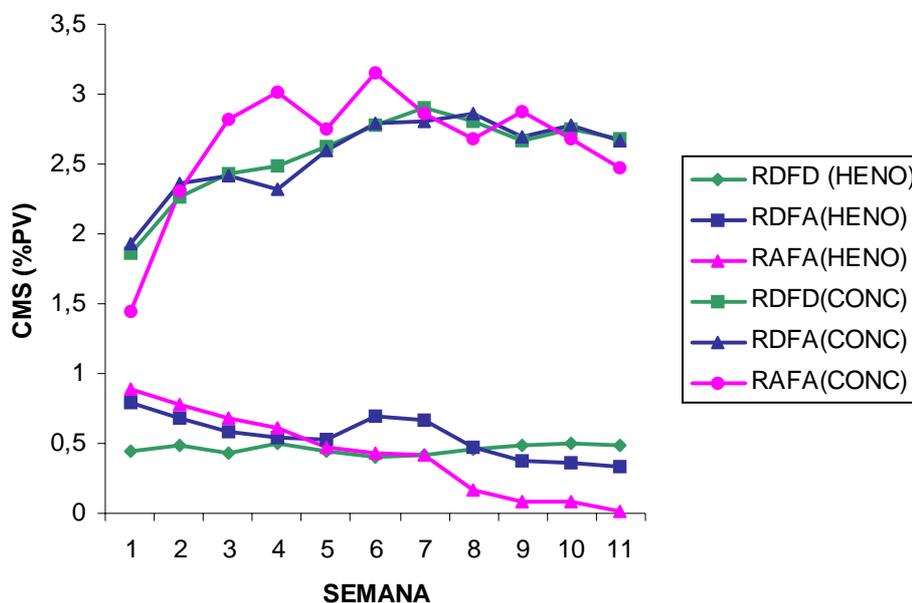


Gráfico 8: Nivel de consumo de materia seca expresado como % de peso vivo según tratamientos

Los tratamientos que presentaron el concentrado diario tuvieron una eficiencia de conversión promedio de 7,41 kg de MS / kg de peso vivo, presentando un consumo promedio de 5,22 kg de MS/a/d. Se evidencio una diferencia comparable de estos con el tratamiento de autoconsumo, el cual presento una eficiencia de conversión de 6,52 kg de MS / kg de peso vivo y un consumo promedio de 5,5 kg de MS/a/d.

En base a estos resultados, el tratamiento RAFA es el que se presenta mejor. Esta tecnología demostró ser de fácil aplicación y tendría un gran efecto en los sistemas extensivos.

## **6. CONCLUSIONES**

El confinamiento invernal de terneros, sería una alternativa que levantaría las limitantes en comportamiento individual y producción de la recría, presentadas durante el período invernal, siendo posible obtener ganancias a corral en el entorno de 0,750 kg/a/d, con una eficiencia en el uso del alimento de 7,2 kg MS/kg PV.

Estrategias de suministro del alimento en las que el voluminoso se ofreció separado del concentrado no afectaron la ganancia de peso vivo de terneros alimentados en condiciones de corral, ni su posterior ganancia de peso a pasto, ni el consumo total de materia seca expresado como porcentaje de peso vivo, independientemente del nivel de oferta de dicho alimento.

El suministro del concentrado en comederos de autoconsumo, así como el nivel de oferta de la fuente de fibra (comedero, corral cantidad controlada, o corral cantidad *ad libitum*) tampoco afectaron a la ganancia de peso y el consumo total de materia seca como porcentaje de peso vivo.

## **7. RESUMEN**

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar bajo condiciones de alimentación a corral, el efecto de dos estrategias de suministro del concentrado (diario vs. autoconsumo), dos formas de inclusión del voluminoso (mezclado con el concentrado en una RTM o suministrado separadamente), y dos niveles de suministro de voluminoso (restringido o *ad libitum*). El experimento se realizó en la Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni, departamento de Paysandú, Republica Oriental del Uruguay, comenzando el 27/06/06 y finalizando el 12/09/06. Se utilizaron cuarenta terneros machos de la raza Hereford ( $149.9 \pm 20.2$  kg y 8 meses de edad, aproximadamente) los cuales fueron asignados al azar a cada tratamiento durante 78 días, recibiendo una dieta 85% concentrado, 15% heno de moha (*Setaria italica*) formulada para obtener ganancias de 700 g/día. Finalizado el periodo de alimentación a corral, todos los animales pastorearon conjuntamente durante los siguientes 90 días de primavera sobre pasturas mejoradas. La ganancia media diaria de peso vivo (GMD) en los distintos tratamientos estuvo dentro de los rangos esperados de acuerdo a la dieta ofrecida. Esta variable, no fue afectada por el mezclado del fardo con el concentrado (-56,6 g;  $P= 0,4010$ ), ni por el suministro restringido de voluminoso (-64,0g;  $P=0,3713$ ), observándose una tendencia a presentar mayor GMD los terneros alimentados con autoconsumo respecto a aquellos manejados con suministro diario de concentrado (146,7g;  $P= 0,0762$ ). El manejo a corral no afectó las GMD posteriores a campo ( $P>0,05$ ). Si bien el consumo de voluminoso se incrementó cuando este fue ofrecido *ad libitum*, esto no interfirió con el consumo de concentrado ni con su aprovechamiento, lo cual se reflejó en la ausencia de diferencias en performance. Animales que consumieron una dieta totalmente mezclada y un nivel de suministro restringido de heno, presentaron un mayor tiempo de consumo, relativo al tiempo dedicado al consumo de concentrado en una dieta presentada por separado y a un nivel *ad libitum* de suministro de heno, respectivamente. Ni la forma de presentación del alimento, el nivel de suministro de fibra y el nivel de suministro de concentrado interfirieron con el tiempo dedicado a beber agua y a la rumia. Animales bajo autoconsumo de concentrado y un nivel de suministro *ad libitum* de heno presentaron el mayor tiempo dedicado al descanso.

Palabras clave: Terneros; Corral; Fibra; Autoconsumo

## 8. SUMMARY

This experiment evaluated, under feedlot management the effect of two strategies of concentrate feeding (daily vs. self-feeder), two ways of feeding the roughage (in a total mixed ration or separately), and two levels of roughage (restricted or *ad libitum*). The experiment was carried out at the Mario Alberto Cassinoni Experimental Station, department of Paysandú, Uruguay, and started 27/06/06 and finished 12/09/06. Forty Hereford male calves ( $149.9 \pm 20.2$  kg, 8 month old) were randomly allotted to each treatment (78 days), receiving a diet 85% concentrate, 15% hay (*Setaria italica*) formulated to obtain daily gains of 700 g. After feedlot period animals grazed altogether during the following 90 days of spring on improved pastures. Mean live weight gain (LWG) was with expected values for the the offered diet. LWG was not affected by hay mixing (-56,6 g;  $P=0.4010$ ), nor by restricting hay level (-64,0g;  $P=0.3713$ ). There was a tendency for improved LWG for calves self-fed respect to those receiving the concentrate daily (146,7g;  $P= 0.0762$ ). Feedlot management did not affect grazing performance ( $P>0.05$ ). Although hay intake was increased when offered *ad libitum*, this did not affect concentrate intake or its utilization, which explains the absence of differences in performance.

Key words: Calves; Feedlot; Roughage; Self-feeder

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. AGROMAIL. 2007. Afrechillo de trigo en feedlot. (en línea). Venado Tuerto, Santa Fe, Argentina. Consultado 10 ago. 2007. Disponible en <http://www.agromail.net/agro/FeedLot+Vacunos/Afrechillo+de+trigo+en+el+feedlot.html>
2. ANDREGNETTE, D.; BORTHGARAY, J.; MARY, S. 1997. Verificación de un manejo para la recría de vaquillonas Holando sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 93 p.
3. ATWOOD, S.B.; PROVENZA, F.D.; WIEDMEIER, R.D.; BANNER R.E. 2001. Influence of free-choice vs mixed-ration diet on food intake and performance of fattening calves. J. Anim. Sci. 79:3034-3040.
4. AVILA TÉLLEZ, S.; GUASQUE GÓMEZ, R. 1998. Crecimiento y desarrollo de becerros. (en línea). Mexico D.F., UNAM. FMVZ. Consultado 13 ago. 2007. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/bibliwir/Bv51Lbpdf/Avila/cap11.pdf>
5. BAILEY, D. R. C.; GILBERT, R. P.; LAWSON, J. E. 1991. Post weaning growth and compositional characteristics of young bulls in diverse beef breed and crosses. J. Anim. Sci. 55 (4):787-796.
6. BARTLE, S.J.; PRESTON, R.L. 1992. Roughage level and limited maximum intake regimens for feedlot steers. J. Anim. Sci. 70:3293-3303.
7. BERETTA, V.; SIMEONE, A.; BALDI, F. 2003. Spring grazing management of steers and calves on a mixed grass legume pasture. In: World Animal Production Conference (2003, Porto Alegre). Proceedings. Porto Alegre, Brasil, WAAP. p. 69.
8. BERG, T. R.; BUTTERFIELD, M. C. 1976. Nuevos conceptos sobre el crecimiento de ganado de carne. Zaragoza, Acribia. 279 p.

9. BOHNERT, D. 2004. Strategic supplementation of crude protein; an economical management strategy for intermountain cow/calf producers. (en línea). Range Field Day Report 2004. Consultado 18 oct. 2007. Disponible en <http://eesc.orst.edu/agcomwebfile/edmat/html/SR/SR1052/3.htm>
10. BRITTON, R. A.; STOCK, R. A. 1986. Acidosis, rate of starch digestion and intake. In: Symposium Feed Intake by Beef Cattle (1986, Stillwater). Proceedings. Stillwater, Oklahoma, Okla. Agric. Exp. Stn. p. 25.
11. CAMPS, D.; GONZALES, G. 2002. Acidosis un problema de las dietas ricas en granos. (en línea). Córdoba, Argentina, UNDRC. Consultado 17 ago.2007. Disponible en [http://www.producción.com/información\\_tecnica7suplementación/63-acidosis.htm](http://www.producción.com/información_tecnica7suplementación/63-acidosis.htm)
12. CARAMBULA, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
13. \_\_\_\_\_.; MÁS, C.; BERMUDEZ, R.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E. 1992. Manejo otoño-invernal de un mejoramiento extensivo. In: INIA. Mejoramientos extensivos en la Región Este. Resultados experimentales, octubre 1992. Treinta y Tres. pp. 10-12.
14. \_\_\_\_\_.1996. Pasturas naturales mejoradas. Reimp. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
15. CARTER, R. R.; GROVUM, W. L. 1990. A review of the physiological significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function; salivation, motility and microbes. J. Anim. Sci. 68: 2811.

16. CEPEDA, M.; SCAIEWICZ, A.; VILLAGRAN, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
17. COOPER, S. D. B.; KYRIAZAKIS, I.; OLDHAM, J. D. 1996. The effects of physical form of feed, carbohydrate source, and inclusion of sodium bicarbonate on the diet selections of sheep. *J. Anim. Sci.* 74: 1240.
18. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación de ganado lechero en pastoreo. In : Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as, 1998, Paysandú, Uruguay). Predicción del consumo. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
19. DI MARCO, O. 2007. Conceptos de crecimiento aplicados a la producción de carne. (en línea). Balcarce, INTA-FCA. Consultado 17 ago. 2007. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/noticias/2007/dimarco.htm>
20. DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. 1999. Associative effects between forage and grains; consequences for feed utilization. *Austr. J. Agr. Res.* 50:757-773.
21. DURAN, A. 1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
22. ELIZALDE, J. C. 1993. Algunos factores nutricionales del forraje que afecta la suplementación en pastoreo. In: Reunión Ganadera de la Zona Semiárida (1993, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, INTA. pp. 7-12.
23. \_\_\_\_\_. 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. Buenos Aires, Forum Argentino de Forrajes. pp. 67-93.

24. FREETLY, H.; FERREL, C.; JENKINS, T.; GOETSCH, H. 1995. Visceral oxygen consumption during chronic feed restriction and realimentation in sheep. *J. Anim. Sci.* 73: 843-852.
25. GAGLIOSTRO, G. A. 2005. Principios de nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo. Balcarce, Unidad integrada Balcarce. (INTA/UNMDP, Facultad de Ciencias Agrarias). 165 p.
26. GALYEAN, M. L.; WAGNER, D. G.; JHONSON, R. R. 1976. Site and extent of starch digestion in steers fed processed corn rations. *J. Anim. Sci.* 43:1088-1101.
27. GAMIO, J. I.; RODRIGUEZ, F. Y.; VOLONTE, R.; ZEBALLOS, S. 1995. Utilización de mejoramiento de campo en la recría de terneros durante el periodo invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 107 p.
28. GINGINS, M. 2000. Problemas de otoño. (en línea). Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Gingins. Consultado 23 ago. 2007. Disponible en <http://www.agropro.com.ar/articulos/otoño.pdf>
29. GOETSCH, A. U.; GALYEAN, M. L. 1983. Influence of feeding frequency on passage rate of fluid and particulate markers in steers fed a concentrate diet. *Can. J. Anim. Sci.* 63:727.
30. GUTHRIE, M. J.; GALYEAN, M. L.; MALCOM, K. J.; KLOPPENBURG, J. H.; HEJAZI, S.; FLUHARTY, F. L.; PERLEY, J. E.; LOERCH, S. C.; LOWE, G. D. 1999. Effect of corn processing and dietary fiber source on feedlot performance, visceral organ weight, diet digestibility and nitrogen metabolism in lambs. *J. Anim. Sci.* 77:507-515.
31. HIBBERD, C. A.; WAGNER, D. G.; SCHEMM, R. L.; MITCHELL, J. R.; WEIBEL, D. E.; HINTZ, R. L. 1982. Digestibility characteristics of isolated starch from sorghum and corn grain. *J. Anim. Sci.* 55:1490-1497.

32. HILL, W. J.; SECRIST, D. S.; OWENS, F. N.; GILL, D. R. 1996a. Effect of limit feeding on feedlot performance and carcass characteristics. Okla. Agric. Exp. Sta. Misc. Pub. P-951. pp. 137-143.
33. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; STRASIA, C. A.; GILL, D. R.; BASALAN, M.; JOHNSON, A. B. 1996b. Effects of trace mineral supplements on performance of feedlot steers. Okla. Agric. Exp. Sta. Misc. Pub. P-951. pp.153-163.
34. HUCK, G. L.; KREIKEMEIER, K. K.; KUHL, G. L.; ECK T. P.; BOLSEN, K. K. 1998. Effects of feeding combinations of steam-flaked grain sorghum and steamflaked, high-moisture, or dry rolled corn on growth performance and carcass characteristics in feedlot cattle. J. Anim. Sci. 76:2984-2990.
35. INCHAUSTI, C. 2005. Pautas para la implementación del engorde intensivo a corral. (en línea). Junín, Argentina, FYO. Consultado 10 ago. 2007. Disponible en <http://www.fyo.com/hacienda/ampliar.asp?aspldNoticia=49111&IdAutor=2000&idtiidtipoinformacion=27>
36. KUNG, L. 2000. The role of fiber in ruminant ration formulation. (en línea). Delaware. University of Delaware. Consultado 23 ago. 2007. Disponible en [http://ag.udel.edu/anfs/faculty/kung/articles/rde\\_of\\_fiber\\_in\\_ruminant\\_ration.htm](http://ag.udel.edu/anfs/faculty/kung/articles/rde_of_fiber_in_ruminant_ration.htm)
37. LEONARD-MAREK, S.; BREVES, G.; GLESECKE, D. 1995. Ruminants physiology; digestion , metabolism growth and reproduction. In: International Symposium on Ruminant Physiology (8<sup>th</sup>.,1995, Stuttgart). Proceedings. Stuttgart, Germany, Ferdinand Enke Verlag. pp. 199-216.
38. LOERCH, S.C. ; FLUHARTY, F.L. 1998. Effects of corn processing, dietary roughage level, and timing of roughage inclusion on performance of feedlot steers. J. Anim. Sci. 76:681-685.

39. LONG, C. R.; STEWART, T. S.; CARTWRIGHT, T. C.; BAKER, J. F. 1979. Characterization of cattle of a five breed diallel; II. Measures of a size, condition and growth in heifers. *J. Anim. Sci.* 49 (2):432-447.
40. MC.DONALD, P. ; EDWARDS, R. A. ; GREENHALGH, J. F. D. ; MORGAN, C. A. 1995. *Nutrición animal*. 5<sup>ta</sup> ed. Zaragoza, Acribia. 576 p.
41. MC.NEILL, J. W.; POTTER, G. D.; RIGGS, J. K. 1976. Ruminant and post-ruminal carbohydrate utilization in steers fed processed sorghum grain. *J. Anim. Sci.* 33:1371-1388.
42. MADER, T. L. ; POPPERT, G. L. ; STOCK, R.A. 1993. Evaluation of alfalfa type as a roughage source in feedlot adaptation and finishing diets containing different corn types. *Animal Feed Sci. and Tech.* 42:109-119.
43. MENDEZ, D.; DAVIES, P. 2001. El otoño y las bajas ganancias de peso. *Revista CREA*. abril: 54-59.
44. MONJE, A. 2005. Encierre estratégico de terneros de destete. (en línea). Gualeguaychú, INTA. Consultado 28 ago. 2007. Disponible en [http:// www.ipcva.com.ar/files/jgs4.doc](http://www.ipcva.com.ar/files/jgs4.doc)
45. MURPHY, T.A. ; FLUHARTY, F.L. ; LOERCH, S.C. 1994. The influence of intake level and corn processing on digestibility and ruminal metabolism in steers fed all-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 72:1608-1615.
46. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1996. *Nutrient requirement for beef cattle*. 7<sup>th</sup> ed. Washington, DC, National Academy Press.
47. NICOLL, G. B.; RAE, A. L. 1978. Adjustment factors for Hereford and Angus cattle weights. II. Weight at eighteen months. *J. Agr. Res.* 21: 563-570.

48. OCHOA SCREMINE, P.; VIDAL, M. 2004. Evaluación de la respuesta a la suplementación proteica de terneras de destete pastoreando sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.
49. OWENS, F. N.; ZINN, R. A. ; KIM, Y.K. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. J. Anim. Sci. 63:1634-1652.
50. \_\_\_\_\_.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J. ; GILL, D. R. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle; a review. J. Anim. Sci. 75:868-879.
51. PARODI, A.; PI GAMBA, S.; RIERA, S. 2004. Efecto de la oferta de campo natural mejorado con *Lotus pedunculatus* cv Grassland Makú sobre la producción de forraje y performance de vacunos en crecimiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
52. PARRA, V. F.; ELIZALDE, J. C.; DUARTE, G. A. 2002. Resultados de engordes a corral de vacunos en diferentes sistemas de producción. Rev. Arg. Prod. Anim. 22 (Supl. 1): 60-61.
53. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; RIFFEL, S. L. 2006. Estrategias de inclusión del corral en los sistemas ganaderos de la Argentina. Balcarce, Valeria F. Parra, Sebastián L. Riffel, Juan Carlos Elizalde. 180 p.
54. FIGURINA, G. 1991. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 195-200 (Serie Técnica no. 13).
55. \_\_\_\_\_.; METHOL, M. 2004. Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. In: Mieres, J. M. ed. Guía para la alimentación de rumiantes. Colonia, INIA. pp. 1-6 (Serie Técnica no. 142).

56. PITT, R. E.; VAN KESSEL, J. S.; FOX, D. G.; PELL, A. N.; BARRY, M. C.; VAN SOEST, P. J. 1996. Prediction of ruminal volatile fatty acids and pH within the net carbohydrate and protein system. *J. Anim. Sci.* 74:226-244.
57. PORDOMINGO, A. J.; JONAS, O.; ADRA, M.; JUAN, N. A.; AZCÁRATE, M. P. 2002. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. *Revista RIA. (INTA).* 31 (1): 1-22.
58. PREINSINGER, R. ; KALM, E..1998. Estimation of genetic parameters for beef cattle in the Federal Republic of Germany based on field data. *In: Congress on Sheep (3th., 1998, Paris). Anales. Paris, INRA.* pp. 359-362.
59. PRITCHARD, R. H.; KNUTSEN, J. S. 1995. Feeding frequency and timing. *In: Symposium Intake by Feedlot Cattle (1995, Stillwater). Proceedings. Stillwater, Oklahoma State Univ.* pp. 162-166.
60. QUINTANS, G.; VAS MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E. 1994. Bovinos de carne. Avances de la suplementación de la recría e invernada intensiva; alternativas de suplementación de vaquillonas. Montevideo, INIA. pp. 22-27 (Actividades de Difusión no. 34).
61. \_\_\_\_\_. 2002. Manejo de la recría vacuna en sistemas ganaderos. *In: INIA. Cría y recría ovina y vacuna. Montevideo, INIA.* pp. 47-56 (Actividades de Difusión no. 288).
62. \_\_\_\_\_. 2006. Recría vacuna; preparándose para el invierno. (en línea). Treinta y Tres, INIA. Consultado 27 ago. 2007. Disponible en [http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara\\_143.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_143.pdf)
63. RAYMOND, W. F. 1964. The efficient use of grass. *Proceedings of the Nutrition Society.* 23 : 1.

64. REARTE, D. H.; SANTINI, F. J. 1999. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. In: Reuniao Anual Sociedade de Zootecnia (36as.,1999, Porto Alegre). Anales. Porto Alegre, s. e. pp. 213-222.
65. REINHARDT, C.D.; BRANDT, R. T. Jr. ; ECK, T.P. ; TITGEMEYER, E.C. 1998. Performance, digestion and mastication efficiency of Holstein steers fed whole or processed corn in limit- or full-fed growing-finishing systems. *J. Anim. Sci.* 76:1778-1788.
66. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Reimp. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
67. SAUVANT, D. 1997. Conséquences digestives et zootechniques des variations de la vitesse de digestion de l' amidon chez les ruminants. *INRA Prod. Anim.* 10 (4): 287-300.
68. SCHONNMAKER, J. P. ; LOERCH, S. C. ; FLUHARTY, F. L. ; ZERBY, H. N. ; TURNER, T. B. 2002. Effect of age at feed lot entry an performance and carcass characteristics of bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 80:2247-2254.
69. SECRIST, D.S.; HILL, W. J. ; OWENS, F.N. ; GILL, D. R. ; WELTY, S. D. 1996a. Rolled or whole corn for feedlot steers being limit-or *ad libitum*-fed. *Okla. Agric. Exp. Sta.Misc. Pub. P-951.* pp.173-180.
70. \_\_\_\_\_.; OWENS, F.N. ; HILL, W. J. ; WELTY, S.D. 1996b. Rolled versus whole corn; effects on ruminal fermentation of feedlot steers. *Okla. Agric. Exp. Sta. Misc. Pub. P-951.* pp. 181-188.
71. SIMEONE, A.; BERETTA, V. ;ROWE, J.B.; BALDI, F. 2003. Supplementing grazing beef cattle weekly or daily with whole maize grain. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia.* 12: 14A.

72. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2004. Uso de los alimentos concentrados en sistemas ganaderos; ¿es buen negocio suplementar al ganado?. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (7<sup>a</sup>., 2004, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 10-17.
73. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2005. Suplementación y engorde a corral; cuando y como integrarlos al sistema ganadero. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (8<sup>a</sup>., 2005, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 8-30.
74. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 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 (9<sup>a</sup>., 2006, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 9-30.
75. SOCA, P. 2001. Utilización de mejoramientos de campo con lotus El Rincón y lotus Maku para la recria vacuna en la zona este del país. In: Jornada de Utilización de Mejoramientos de Campo en la Zona Este del País (2001, Treinta y Tres). Memorias. Treinta y Tres, INIA. pp. 7-22.
76. SOTO-NAVARRO, S. A.; KREHBIEL, C. R.; DUFF, G. C.; GALYEAN, M. L.; BROWN, M. S.; STEINER, R. L. 2000. Influence of feed intake fluctuation and frequency of feeding on nutrient digestion, digesta kinetics and ruminal fermentation profiles in limit-feed steers. *J. Anim. Sci.* 78: 2215-2222.
77. STOCK, R. A.; KLOPFENSTEIN, T.; SHAIN, D. 1995. Feed intake variation. *Okla. Agric. Exp. Sta. Misc. Publ.* P-942. pp. 56-59.
78. SWINGLE, S. 1995. Effect of roughage level and type on intake and performance of feedlot cattle. *Okla. Agric. Exp. Sta. Misc. Pub.* P-942. p. 257.
79. TERNOUTH, J. H. 1967. Post-prandial ionic and water exchange in the rumen. *Res. Vet. Sci.* 8: 283.

80. THEURER, C. B. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.* 63:1624-1643.
81. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 1996. Normales climatológicas para el período 1960 – 1990. (en línea). Montevideo. Consultado 20 oct. 2007. Disponible en [http://www.meteorologia.com.uy/estadistica\\_climatica.htm#](http://www.meteorologia.com.uy/estadistica_climatica.htm#)
82. VAN SOEST, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2<sup>nd</sup>. ed. Ithaca, COMSTOCK. 476 p.
83. VERDE, L. S. 1979. Estado actual de los conocimientos sobre el crecimiento compensatorio. *Prod. Anim.* 3:112-144.
84. VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F. D. 1996. Preferences for wheat straw by lambs conditioned with intraruminal infusions of starch. (en línea). *Br. J. Nutr.* 77: 287-297. Consultado 12 ago. 2007. Disponible en <http://www.journals.cambridge.org/action/quicksearch>
85. WINDROTH, H. 1990. Effect of non-genetic factors and development of adjustment factors for live weigh at different ages in beef breed. In: World Congress on Genetic Applied to Livestock Production (4<sup>th</sup>., 1990, Edinburgh). *Anales. Edinburgh*, s. e. pp. 299-302.
86. ZINN, R. A.; OWENS, F. N. 1983. Influence of feed intake level on site of digestion in steers fed a high concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 56: 471-475.

## 10. ANEXOS

Anexo 1: Fuentes de variación para la ganancia media diaria en el periodo a corral.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	35	0.02	0.9966
Días	1	396	645.09	< 0,0001
Días*Trat	3	396	1.56	0,1995
Pvi	1	35	144.53	< 0,0001

Anexo 2: Fuentes de variación para la ganancia media diaria en el periodo a pasto.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	35	0,72	0,5458
Semana	1	154	560,78	<.0001
Días dentro semana	3	154	0,44	0,7221
Semana*tratamiento	1	35	123,29	<.0001

Anexo 3: Fuentes de variación para la ganancia media diaria en el periodo a pasto.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	35	0,96	0,4218
Semana	1	554	2268,54	<.0001
Días dentro semana	3	554	0,28	0,8413
Semana*tratamiento	1	35	204,77	<.0001

Anexo 4: Fuentes de variación para el consumo de concentrado como % PV.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	2	132	1,27	0,2843
Semana	10	132	18,23	< 0,0001
Días dentro semana	66	132	0,83	0,7973
Semana*tratamiento	20	132	1,90	0,0168

Anexo 5: Fuentes de variación para el consumo de heno como % PV.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	2	122	67,05	< 0,0001
Semana	10	122	79,23	< 0,0001
Días dentro semana	66	122	1,18	0,2123
Semana*tratamiento	20	122	38,97	< 0,0001

Anexo 6: Fuentes de variación para el consumo de materia seca total % PV.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	188	1,11	0,3479
Semana	10	188	9,95	< 0,0001
Días dentro semana	66	188	0,82	0,8244
Semana*tratamiento	30	188	3,66	< 0,0001

Anexo 7: Fuentes de variación para el comportamiento ingestivo de concentrado.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	27,91	< 0,0001
Semana	3	24	3,28	0,0382
Tratamiento * semana	9	24	1,63	0,1629
Días dentro de Semana	5	55	1,53	0,1946

Anexo 8: Fuentes de variación para el comportamiento ingestivo de heno.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	14,8	0,0013
Semana	3	24	0,00	1,0000
Tratamiento * semana	9	24	2,62	0,0287
Días dentro de Semana	5	55	1,20	0,3194

Anexo 9: Fuentes de variación para el comportamiento ingestivo de rumia.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,54	0,6656
Semana	3	24	1,91	0,1549
Tratamiento * semana	9	24	1,28	0,2989
Días dentro de Semana	5	55	0,98	0,4383

Anexo 10: Fuentes de variación para el comportamiento ingestivo de descanso.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	4,01	0,0515
Semana	3	24	1,71	0,1912
Tratamiento * semana	9	24	3,37	0,0083
Días dentro de Semana	5	55	1,33	0,2639

Anexo 11: Fuentes de variación para el comportamiento ingestivo de agua.

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,89	0,4851
Semana	3	24	0,32	0,8119
Tratamiento * semana	9	24	1,37	0,2573
Días dentro de Semana	5	55	1,98	0,0959

Anexo 12: Fuentes de variación para el patrón de consumo de ración (8 – 10 hs)

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	11,40	0,029
Semana	3	24	6,63	0,002
Tratamiento * semana	9	24	4,85	0,0009
Días dentro de Semana	5	55	4,32	0,0022

Anexo 13: Fuentes de variación para el patrón de consumo de ración (10 – 12 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	1,37	0,3187
Semana	3	24	1,39	0,2702
Tratamiento * semana	9	24	0,69	0,7131
Días dentro de Semana	5	55	2,88	0,0220

Anexo 14: Fuentes de variación para el patrón de consumo de ración (12 – 14 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	1,41	0,3093
Semana	3	24	2,00	0,1409
Tratamiento * semana	9	24	1,57	0,1796
Días dentro de Semana	5	55	1,43	0,2290

Anexo 15: Fuentes de variación para el patrón de consumo de ración (14 – 16 hs)

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	2,78	0,1101
Semana	3	24	4,23	0,0155
Tratamiento * semana	9	24	1,74	0,1340
Días dentro de Semana	5	55	3,15	0,0144

Anexo 16: Fuentes de variación para el patrón de consumo de ración (16 – 18 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	3,09	0,0896
Semana	3	24	3,87	0,0217
Tratamiento * semana	9	24	0,63	0,7611
Días dentro de Semana	5	55	1,54	0,1938

Anexo 17: Fuentes de variación para el patrón de consumo de heno (8 – 10 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	2	6	7,62	0,0225
Semana	3	13	0,60	0,6274
Tratamiento * semana	4	13	0,59	0,6746
Días dentro de Semana	5	29	0,46	0,8058

Anexo 18: Fuentes de variación para el patrón de consumo de heno (10 – 12 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	2	6	1,11	0,3892
Semana	3	17	6,37	0,0043
Tratamiento * semana	6	17	0,97	0,4714
Días dentro de Semana	5	35	3,07	0,0212

Anexo 19: Fuentes de variación para el patrón de consumo de heno (12–14 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	2	6	0,92	0,4488
Semana	3	17	0,71	0,5592
Tratamiento * semana	6	17	2,17	0,0975
Días dentro de Semana	5	35	0,15	0,9775

Anexo 20: Fuentes de variación para el patrón de consumo de heno (14–16 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	2	6	0,01	0,9938
Semana	1	17	0,00	1,0000
Tratamiento * semana	6	17	1,80	0,1593
Días dentro de Semana	5	35	2,89	0,0274

Anexo 21: Fuentes de variación para el patrón de consumo de heno (16–18 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	2	6	10,96	0,0099
Semana	3	17	2,62	0,0841
Tratamiento * semana	6	17	1,26	0,3283
Días dentro de Semana	5	35	0,98	0,4428

Anexo 22: Fuentes de variación para el patrón de consumo de agua (8 – 10 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	2	6	0,92	0,4488
Semana	3	17	0,71	0,5592
Tratamiento * semana	6	17	2,17	0,0975
Días dentro de Semana	5	35	0,15	0,9775

Anexo 23: Fuentes de variación para el patrón de consumo de agua (8 – 10 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,04	0,9901
Semana	2	14	0,00	1,0000
Tratamiento * semana	6	14	0,42	0,8541
Días dentro de Semana	4	13	0,38	0,8180

Anexo 24: Fuentes de variación para el patrón de consumo de agua (10–12 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,27	0,8441
Semana	3	19	0,00	1,0000
Tratamiento * semana	5	19	0,06	0,9974
Días dentro de Semana	4	11	0,26	0,8972

Anexo 25: Fuentes de variación para el patrón de consumo de agua (12–14 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,04	0,9872
Semana	2	15	0,00	1,0000
Tratamiento * semana	7	15	0,67	0,6912
Días dentro de Semana	4	13	0,80	0,5444

Anexo 26: Fuentes de variación para el patrón de consumo de agua (14–16 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,00	0,9997
Semana	3	15	0,00	0,9996
Tratamiento * semana	7	15	0,14	0,9936
Días dentro de Semana	5	15	0,71	0,6269

Anexo 27: Fuentes de variación para el patrón de consumo de agua (16–18 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,24	0,8676
Semana	3	16	0,20	0,8972
Tratamiento * semana	7	16	0,30	0,9424
Días dentro de Semana	5	17	0,39	0,8490

Anexo 28: Fuentes de variación para el patrón de rumia (8 – 10 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,29	0,8307
Semana	3	20	0,73	0,5457
Tratamiento * semana	7	20	1,63	0,1843
Días dentro de Semana	5	45	1,21	0,3197

Anexo 29: Fuentes de variación para el patrón de rumia (10 – 12 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	6,65	0,0145
Semana	3	24	1,75	0,1839
Tratamiento * semana	9	24	1,24	0,3159
Días dentro de Semana	5	50	1,06	0,3936

Anexo 30: Fuentes de variación para el patrón de rumia (12 – 14 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,92	0,4735
Semana	3	24	0,84	0,4844
Tratamiento * semana	9	24	1,11	0,3924
Días dentro de Semana	5	51	3,67	0,0065

Anexo 31: Fuentes de variación para el patrón de rumia (14 – 16 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	2,93	0,0997
Semana	3	24	1,82	0,1705
Tratamiento * semana	9	24	0,93	0,5188
Días dentro de Semana	5	50	5,13	0,0007

Anexo 32: Fuentes de variación para el patrón de rumia (16 – 18 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	0,31	0,8175
Semana	3	22	0,83	0,4905
Tratamiento * semana	8	22	0,62	0,7527
Días dentro de Semana	5	49	0,45	0,8121

Anexo 33: Fuentes de variación para el patrón de descanso (8 – 10 hs).

Fuente de variación	gl num	Gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	17,60	0,0007
Semana	3	24	20,72	<.0001
Tratamiento * semana	9	24	2,98	0,0156
Días dentro de Semana	5	55	4,51	0,0016

Anexo 34: Fuentes de variación para el patrón de descanso (10 – 12 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	2,59	0,1258
Semana	3	24	8,41	0,0005
Tratamiento * semana	9	24	0,91	0,5323
Días dentro de Semana	5	55	1,52	0,1983

Anexo 35: Fuentes de variación para el patrón de descanso (12 – 14 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	3,31	0,0783
Semana	3	24	6,16	0,0029
Tratamiento * semana	9	24	1,86	0,1083
Días dentro de Semana	5	55	1,39	0,2416

Anexo 36: Fuentes de variación para el patrón de descanso (14 – 16 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	5,95	0,0196
Semana	3	24	8,68	0,0004
Tratamiento * semana	9	24	2,60	0,0296
Días dentro de Semana	5	55	1,95	0,1010

Anexo 37: Fuentes de variación para el patrón de descanso (16 – 18 hs).

Fuente de variación	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
Tratamiento	3	8	6,42	0,0159
Semana	3	24	5,99	0,0034
Tratamiento * semana	9	24	0,93	0,5151
Días dentro de Semana	5	55	1,60	0,1759

Anexo 38: Diferencias en la probabilidad de ocurrencia de consumo de concentrado.

CONTRASTES	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
RTM vs RDFD + RDFA +RAFA	1	8	80,37	<.0001
RDFD vs RDFA +RAFA	1	8	0,97	0,3542
RDFA vs RAFA	1	8	3,80	0,0869

Anexo 39: Diferencias en la probabilidad de ocurrencia de consumo de heno.

CONTRASTES	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
RDFD vs RDFA +RAFA	1	6	33,16	0,0012
RDFA vs RAFA	1	6	0,14	0,7224

Anexo 40: Diferencias en la probabilidad de ocurrencia de rumia.

CONTRASTES	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
RTM vs RDFD + RDFA +RAFA	1	8	1,11	0,3221
RDFD vs RDFA +RAFA	1	8	0,43	0,5322
RDFA vs RAFA	1	8	0,04	0,8422

Anexo 41: Diferencias en la probabilidad de ocurrencia de descanso.

CONTRASTES	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
RTM vs RDFD + RDFA +RAFA	1	8	0,23	0,6475
RDFD vs RDFA +RAFA	1	8	11,17	0,0102
RDFA vs RAFA	1	8	0,64	0,4452

Anexo 42: Diferencias en la probabilidad de ocurrencia de consumo de agua.

CONTRASTES	gl num	gl den	Valor F	Pr>F
RTM vs RDFD + RDFA +RAFA	1	8	0,05	0,8270
RDFD vs RDFA +RAFA	1	8	0,06	0,8082
RDFA vs RAFA	1	8	2,25	0,1722