

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**POTENCIAL DE USO DE FORRAJE CONSERVADO COMO FUENTE
ADICIONAL DE FIBRA PARA VACUNOS PASTOREANDO VERDEOS DE
INVIERNO (AÑO II). EFECTO SOBRE TASA DE GANANCIA,
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y CALIDAD DE CARNE.**

por

**Luis Andrés CONTATORE FOGLINO
Diego RODRÍGUEZ FERRARI
Martín VAGO CASTELLANOS**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Virginia Beretta

Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Álvaro Simeone

Dr. M.Sc. Juan Franco

Fecha:

Autor:

Luis Andrés Contatore Foglino

Diego Rodríguez Ferrari

Martín Vago Castellanos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer a nuestras familias por su continuo e invaluable apoyo para alcanzar nuestros objetivos.

A los directores de tesis Ing. Agr. Álvaro Simeone, Ing. Agr. Virginia Beretta y Dr. Juan Franco, así como a los becarios Diego Cortazzo y Gustavo Viera por su apoyo en toda la realización de la tesis.

Al personal de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni que nos brindó su apoyo para realizar el trabajo de campo y al personal de Biblioteca por colaborar en el procesamiento de datos y en la elaboración del informe final.

Por último, a los estudiantes de 5º año 2006 y 4º año 2006 de la EEMAC por colaborar y hacer más ameno el trabajo de campo y la estadía en la estación durante el período.

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>INTRODUCCIÓN</u>	3
2.2 <u>CARACTERÍSTICAS DE LOS VERDEOS</u>	5
2.2.1 <u>Composición química</u>	5
2.3 <u>PERFORMANCE ANIMAL Y CONSUMO EN PASTOREO</u>	8
2.3.1 <u>Factores que afectan el consumo de forraje</u>	8
2.3.2 <u>Tipo de forraje</u>	9
2.3.3 <u>Efecto de las prácticas de manejo</u>	11
2.3.3.1 <u>Asignación de forraje</u>	11
2.3.3.2 <u>Suplementación</u>	11
2.3.4 <u>Comportamiento ingestivo</u>	13
2.4 <u>FACTORES QUE LIMITAN LA PERFORMANCE ANIMAL SOBRE VERDEOS DE INVIERNO</u>	14
2.4.1 <u>Desbalance de la pastura</u>	15
2.4.2 <u>Bajos niveles de fibra</u>	16
2.4.3 <u>Consumo</u>	17
2.4.4 <u>Eficiencia de utilización de la proteína y la energía</u>	19
2.4.5 <u>Metabolismo de ácidos grasos volátiles</u>	20
2.5 <u>LA SUPLEMENTACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA LEVANTAR LAS LIMITANTES ASOCIADAS AL PASTOREO TEMPRANO DE VERDEOS</u>	21
2.5.1 <u>Tipo de suplemento</u>	21
2.5.1.1 <u>Suplementación con concentrados energéticos</u>	22
2.5.1.2 <u>Suplementación con proteína de sobrepaso</u>	23
2.5.1.3 <u>Suplementación con carbohidratos fibrosos (pulpa de citrus – pulpa de remolacha)</u>	23
2.5.1.4 <u>Suplementación con fibra</u>	24
2.6 <u>EFFECTO DEL PASTOREO DE VERDEOS Y LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y LA CALIDAD DE LA CARNE</u>	27
2.6.1 <u>Características de la canal</u>	27

2.6.1.1 Rendimiento de la canal.....	28
2.6.1.2 Engrasamiento de la canal.....	29
2.6.2 <u>Calidad de la carne</u>	30
2.6.3 <u>Color</u>	32
2.6.4 <u>Terneza</u>	33
2.7 SÍNTESIS DE REVISIÓN.....	34
2.8 HIPÓTESIS.....	35
3 <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	36
3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO.....	36
3.1.1 <u>Clima</u>	36
3.1.2 <u>Suelo</u>	36
3.1.3 <u>Pastura y suplemento</u>	37
3.1.4 <u>Animales</u>	37
3.2 TRATAMIENTOS.....	38
3.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	38
3.3.1 <u>Período pre-experimental</u>	38
3.3.2 <u>Período experimental</u>	39
3.3.2.1 Manejo del pastoreo.....	39
3.3.2.2 Manejo de la suplementación.....	40
3.3.2.3 Manejo sanitario.....	40
3.3.2.4 Faena.....	41
3.4 REGISTROS Y MEDICIONES.....	41
3.4.1 <u>Pastura</u>	41
3.4.1.1 Forraje disponible.....	41
3.4.1.2 Altura de forraje disponible.....	41
3.4.1.3 Composición botánica.....	42
3.4.2 <u>Animal</u>	42
3.4.2.1 Peso vivo.....	42
3.4.2.2 Consumo de forraje.....	43
3.4.2.3 Consumo de suplemento.....	43
3.4.2.4 Patrón de defoliación.....	43
3.4.2.5 Patrón de comportamiento ingestivo.....	44
3.4.3 <u>Peso a la faena</u>	44
3.4.4 <u>Mediciones en la canal</u>	44
3.4.4.1 Peso de la canal caliente.....	44
3.4.4.2 Espesor de grasa subcutánea (EGS).....	44
3.4.5 <u>Mediciones en la carne</u>	45
3.4.5.1 pH 24 horas.....	45
3.4.5.2 Color de músculo.....	45
3.4.5.3 Color de grasa.....	45
3.4.5.4 Textura.....	45

3.5	VARIABLES CALCULADAS.....	46
3.5.1	<u>Ganancia media diaria</u>	46
3.5.2	<u>Utilización del forraje</u>	46
3.5.3	<u>Rendimiento de la canal</u>	46
3.5.4	<u>Tasa de sustitución</u>	46
3.5.5	<u>Eficiencia de conversión</u>	46
3.6	MODELO ESTADÍSTICO.....	47
3.6.1	<u>Hipótesis estadística</u>	50
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
4.1	CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	52
4.1.1	<u>Disponibilidad de forraje</u>	52
4.1.2	<u>Calidad del forraje</u>	54
4.1.2.1	Composición química de la pastura.....	54
4.1.2.2	Composición botánica.....	56
4.2	UTILIZACIÓN DEL FORRAJE.....	57
4.3	CONSUMO DE MATERIA SECA.....	59
4.3.1	<u>Consumo total de materia seca</u>	59
4.4	COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	62
4.4.1	<u>Tiempo de pastoreo, rumia, descanso y consumo de suplemento</u>	62
4.5	GANANCIA DIARIA.....	67
4.5.1	<u>Eficiencia de conversión</u>	70
4.6	CALIDAD DE CANAL.....	71
4.6.1	<u>Peso vivo en planta, peso de media res y rendimiento</u>	71
4.6.2	<u>Grasa subcutánea</u>	72
4.7	CALIDAD DE CARNE.....	74
4.8	DISCUSIÓN GENERAL.....	75
5	CONCLUSIONES.....	78
6	RESUMEN.....	79
7	SUMMARY.....	81
8	BIBLIOGRAFÍA.....	82
9	ANEXOS.....	94

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Estacionalidad de la producción de carne en sistemas invernaderos. Empresas GIPROCAR 1997 - 2002.....	¡Error! Marcador no definido.
2. Ganancia diaria (GD) de novillos pastoreando verdes de invierno a diferentes asignaciones de forraje (AF).....	¡Error! Marcador no definido.
3. Carbohidratos solubles (CHS), proteína bruta (PB) y relación entre estos dos componentes del forraje producido en primavera (P) y otoño (O)...	¡Error! Marcador no definido.
4. Composición química del forraje de avena en distintas épocas del año.	¡Error! Marcador no definido.
5. Consumo de forraje y materia seca del mismo (MS) para novillos de sobreaño pastoreando verdes de invierno a diferentes asignaciones de forraje (AF).	¡Error! Marcador no definido.
6. Respuesta a la suplementación energética y manejo de la intensidad de pastoreo en novillos Hereford (300kg) pastoreando verdes de invierno.....	¡Error! Marcador no definido.
7. Performance de novillos pastoreando raigrás (5kg/100KgPV) y suplementados con heno restringido (HR), heno ad libitum (HA) o grano de sorgo molido (SG)....	¡Error! Marcador no definido.
8. Resultados del análisis de composición química de los suplementos.....	¡Error! Marcador no definido.
9. Características descriptivas promedio para la pastura durante el período experimental.....	¡Error! Marcador no definido.
10. Características de la pastura para cada uno de los tratamientos.	¡Error! Marcador no definido.
11. Composición química de la pastura ofrecida (O) y del rechazo (R) en los diferentes tratamientos.....	¡Error! Marcador no definido.
12. Composición botánica de entrada y salida como porcentaje del peso en base seca.	¡Error! Marcador no definido.
13. Utilización del forraje disponible para los diferentes tratamientos.	¡Error! Marcador no definido.
14. Altura promedio de los tratamientos para los 7 días de permanencia en la parcela.	¡Error! Marcador no definido.
15. Consumo de materia seca y tasa de sustitución de los diferentes tratamientos.	¡Error! Marcador no definido.
16. Proporción del tiempo total de observación dedicado a cada actividad.....	63
17. Pesos iniciales, ganancias medias diarias y pesos finales promedio para cada uno de los tratamientos.	¡Error! Marcador no definido.

18. Eficiencia de conversión de forraje (EC) de la dieta y de los suplementos para los distintos tratamientos.....	¡Error! Marcador no definido.
19. Características asociadas al peso en frigorífico y rendimiento cárnico para los diferentes tratamientos.....	¡Error! Marcador no definido.
20. Espesor de grasa subcutánea en dos puntos del <i>Longissimus dorsi</i>	¡Error! Marcador no definido.
21. Variables asociadas a la calidad de carne.....	74

Gráfico No.

1. Relación entre espesor de grasa y rendimiento de la canal en novillos Holstein desde los 100 hasta los 600 Kg**¡Error! Marcador no definido.**
2. Evolución de la altura promedio del forraje para todos los tratamientos en función de los días de permanencia en la parcela. **¡Error! Marcador no definido.**
3. Consumo de materia seca de forraje y de suplemento para cada uno de los tratamientos.**¡Error! Marcador no definido.**
4. Distribución del tiempo (horas) destinado por los diferentes tratamientos al pastoreo, rumia, descanso y consumo de suplemento durante el periodo de horas luz.....**¡Error! Marcador no definido.**
5. Evolución de la tasa de bocado promedio de los diferentes tratamientos a lo largo del día.**¡Error! Marcador no definido.**
6. Evolución de la tasa de bocado promedio para los días 2, 4 y 6 de la semana.**¡Error! Marcador no definido.**
7. Evolución de los pesos promedio de los tratamientos a lo largo del período experimental.....**¡Error! Marcador no definido.**

1 INTRODUCCIÓN

En las condiciones de producción del Uruguay donde las pasturas son utilizadas como principal fuente de alimentación de los rumiantes, se han observado bajas ganancias de peso en el período otoño-invernal, fundamentalmente cuando se pastorean forrajes de alta calidad. Dicha limitante puede ser atribuida a múltiples factores que interactúan y ello lo convierte en un problema de difícil interpretación. El principal problema de estas pasturas es el marcado desbalance en la composición química, dado por una alta relación proteína/carbohidratos solubles, bajo contenido de materia seca y un bajo tenor de fibra, lo cual trae aparejado una baja performance animal en dicho período.

Con el objetivo de corregir el desbalance de nutrientes de las pasturas agregando aquellos nutrientes necesarios, la suplementación con concentrados energéticos (principalmente granos de cereales) ha sido abundantemente evaluada a nivel nacional y en países de zonas templadas, obteniéndose buenos resultados. Esta práctica puede ser vista como el complemento ideal para aumentar la utilización a nivel ruminal de la proteína rápidamente degradable del forraje, aumentando la síntesis de proteína microbiana, disminuyendo las pérdidas de N en la orina y el costo energético de este proceso. Esta técnica sistemáticamente ha mejorado la ganancia diaria de los animales pudiendo ser considerada como un testigo de alta performance.

El bajo tenor de fibra efectiva de estas pasturas ha sido mencionado como otro posible factor responsable de las bajas ganancias de peso registradas por animales pastoreando verdeos, debido a que disminuiría el consumo y promovería condiciones acidóticas. El suministro de heno de buena calidad como suplemento de pasturas de bajo contenido de materia seca o verdeos muy tiernos, podría, a través de un aporte

adicional de fibra, mejorar el funcionamiento ruminal, disminuir la velocidad de pasaje y aumentar la disponibilidad del forraje consumido.

Normalmente, la calidad del heno es inferior a la del forraje consumido, de forma que su inclusión *ad libitum* podría estar produciendo un fenómeno de sustitución de forraje por heno, y de esta forma el agregado de fibra no se traduciría en mejoras en la performance animal. Una restricción en el nivel de inclusión de heno, significaría el aporte complementario de fibra a la dieta de novillos en terminación, pudiendo mejorar el ambiente ruminal y el consumo, traduciéndose en mejoras en la performance de los mismos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial del uso de heno de moha, en diferentes niveles de inclusión, como fuente adicional de fibra efectiva en la dieta de novillos Hereford pastoreando raigrás (*Lolium multiflorum*) durante el período otoño-invernal, previo a la faena. Esta respuesta fue evaluada en términos de ganancia diaria, características de la canal y calidad de carne.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUCCIÓN

Las pasturas de alta calidad proveen una importante cantidad de nutrientes para satisfacer los requerimientos de los animales en pastoreo (Leaver, 1985), sin embargo, la producción animal obtenida es ampliamente variable entre épocas y entre especies forrajeras y pasturas (Elizalde y Santini, 1992a).

En los sistemas de invernada con base pastoril suelen presentarse deficiencias en algunas épocas del año, ya sean debidas a cantidad y/o calidad del forraje. Estas deficiencias ocasionan restricciones en las ganancias de peso y por lo tanto en la duración de la invernada, la carga utilizada, etc. (Ustarroz y De León, 2004). En el Cuadro 1 se presentan valores promedio de producción de carne, carga y ganancia diaria para las cuatro estaciones. Se puede observar que el otoño es la estación en la que se registra la menor producción de carne, debido fundamentalmente a las bajas ganancias de peso diarias.

Cuadro 1. Estacionalidad de la producción de carne en sistemas invernadores. Empresas GIPROCAR 1997 - 2002.

Estación	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Producción de carne (Kg./ha SP)	69	105	60	45
Carga (UG/ha)	1,25	1,35	1,18	1,15
Ganancia (Kg./animal/día)	0,462	0.692	0.453	0,328

Fuente: GIPROCAR (2002).

Durante el otoño, animales pastoreando verdeos invernales, aun con consumos y calidades de forraje, en términos de digestibilidad, similares a las de primavera, registran

una menor retención de tejidos en el animal, situación que se agrava si no se alcanza el consumo potencial del animal (Baeck, 2000).

En el Cuadro 2 se pueden observar datos obtenidos a nivel nacional sobre la performance de novillos pastoreando verdes de invierno durante el otoño con ofertas de forraje de 2,5 y 5 kgMS cada 100 kg de peso vivo.

Cuadro 2. Ganancia diaria (GD) de novillos pastoreando verdes de invierno a diferentes asignaciones de forraje (AF).

Pastura	AF (%PV)	GD (kg/a/d)	Fuente
Raigrás	2,5	0,873	Bartaburu et al. (2003)
	5	1,348	
Avena + pp	2,5	0,316	Berasain et al. (2002)
	5	0,507	
Raigrás	2,5	0,038	Damonte et al. (2004)
	5	0,525	
Raigrás	5	0,985	adaptado de Simeone y Beretta (2006)
Raigrás	2,5	0,338	adaptado de Simeone y Beretta (2004).
	5	0,776	

Según Elizalde et al. (1992b) las ganancias registradas son 40 o 50% inferiores durante el otoño con respecto a las de primavera, siendo más afectadas las zonas húmedas, donde se han registrado valores entre 0,250 y 0,500 kg por animal por día.

Rearte (1999a) menciona que existen una serie de factores que estarían interactuando para limitar las ganancias de los animales pastoreando verdes de invierno durante el otoño, estos serían, desbalance de nutrientes de la pastura, bajos niveles de fibra, disminución del consumo, limitantes en la eficiencia de utilización de proteínas y energía por parte del animal y problemas en el metabolismo de ácidos grasos volátiles en el rumen.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS VERDEOS DE INVIERNO

Los verdes de invierno son pasturas de muy alta producción, valor nutritivo y aceptabilidad. Presentan buena producción en invierno, pero la mayor entrega de forraje se observa en primavera, momento en el cual se debe tener especial cuidado en su administración, ya que su alta tasa de crecimiento puede provocar rápidamente un exceso de producción (Carámbula, 1999).

Dentro de los verdes de invierno, el raigrás anual es una de las especies más utilizadas en el país en los sistemas de producción intensiva de carne (Formoso, 2005), reportándose para este tipo de pastura niveles de producción que varían entre 4984 kgMS/ha (Formoso, 2005) y 10736 kgMS/ha (INIA, citado por Zanoniani y Ducamp, 2000).

2.2.1 Composición química

Los verdes de invierno, especialmente en el primer pastoreo, presentan un alto contenido de agua intracelular, y bajo ciertas condiciones ambientales, el contenido de agua extracelular (rocío, lluvias) puede ser también importante (Gallardo, 1999). Según Amigone (2003), el contenido de agua puede llegar al 90 % del peso verde, valores similares a los mencionados por Gallardo (1999) los cuales van desde 84,7% en mayo hasta 71,6% en octubre. A su vez, según este mismo autor en etapas de crecimiento tempranas en otoño, las paredes celulares de estos forrajes son muy frágiles y tienen niveles sumamente bajos en fibra.

Este tipo de pasturas en estado vegetativo presentan un contenido de proteína cruda que puede variar entre 11,9% (Damonte et al., 2004) y 25,6% (Trevasky, 1998), en tanto el contenido de FDN estaría entre 40,9% (Da silva et al., 2006) y 50,8%

(Damonte et al., 2004) y el de FDA entre 20,7% (Da silva et al., 2006) y 39,2% (Damonte et al., 2004). El contenido de materia seca suele oscilar entre 14,2% (Trevasky, citado por Da silva et al., 2006) y 20,1% (Elizondo et al., 2003), mientras que la digestibilidad normalmente se encuentra en un rango de 60% a 75% (Vaz Martins y Messa, 2007).

En el Cuadro 3 se presenta el contenido de carbohidratos solubles y proteína bruta de avena, raigrás y alfalfa para otoño y para primavera. Del mismo se desprende que, además de un bajo contenido de materia seca y de fibra, los forrajes de otoño tienen una alta proporción de la proteína en forma soluble y un bajo contenido de carbohidratos solubles cuando se los compara con los de primavera (Méndez y Davies, 2003). Dependiendo del tipo de forraje otoñal, el contenido de proteína bruta y aminoácidos digestibles totales puede ser de 45% a 65% mayor que en la primavera, mientras que el nivel de carbohidratos solubles puede ser 50 a 70% inferior a los valores encontrados en primavera (Elizalde y Santini 1992a, Baeck 2000).

Cuadro 3. Carbohidratos solubles (CHS), proteína bruta (PB) y relación entre estos dos componentes del forraje producido en primavera (P) y otoño (O).

Especie	CHS (%)		PB (%)		PB:CHS	
	P	O	P	O	P	O
Raigrás*	19,1	10,7	11	15	0,58	1,40
Raigrás**	17,9	7,2	17	25	0,95	3,47
Raigrás	7,1	4,9	15,9	22,6	2,24	4,61
Raigrás	19,3	12,4	10	13,7	0,52	1,10
Avena	10,6	3,7	10,3	23,1	0,97	6,24
Alfalfa	9,3	3,7	19,4	26,5	2,09	7,16
Promedio	13,9	7,1	13,9	21,0	1,2	4,0

Fuente: adaptado de Baeck (2000)..

*: sin fertilizante **: con fertilizante

Méndez y Davies (2003), según datos recabados para el primer corte de un verdeo de raigrás en los años 2001 y 2002 en INTA Gral. Villegas, Argentina, observaron valores similares, pero debe destacarse que en este caso existió un efecto año importante, visto que la relación proteína soluble/carbohidratos no estructurales varió entre 0,8 y 2,2 para los años 2001 y 2002 respectivamente. Dichas diferencias fueron atribuidas al momento en que se realizó el primer corte, el mismo se llevó a cabo el 25 de abril en el año 2001 y el 19 del mismo mes en el año 2002. Los autores afirman que, a pesar de la poca diferencia en días, el momento del primer corte afectó significativamente la composición nutricional de la pastura.

Otro estudio realizado por Elizalde y Santini (1994) en INTA Balcarce acerca de la composición química y calidad en verdeos de invierno se presenta en el Cuadro 4, dejando de manifiesto la buena calidad de los mismos según las mediadas tradicionales y el desbalance nutricional que pueden presentar en las diferentes etapas fenológicas.

Cuadro 4. Composición química del forraje de avena en distintas épocas del año.

Períodos	I	II	III	IV	V
Fecha	20-May	25-Jun	09-Sep	20-Sep	22-Oct
% MS	15.3	22.3	15.8	22.1	28.4
DIVMO %	68.3	65.2	70.1	71.5	56.3
Pared Celular %	46.4	47.5	46.6	43.4	57,2
Carb. Solubles %	3.7	8.2	6.8	20.7	10.6
Prot. Bruta (% MS)	23.1	21.2	21.9	11.7	10.3
Prot. Soluble (% MS)	12.9	10.2	8.06	6.44	4.75
PS/PB	55.9	47.9	36.9	55.1	46.1

Fuente: Elizalde y Santini (1994).

MS: materia seca.

DIVMO: digestibilidad *in Vitro* de la materia orgánica.

Como se apreció anteriormente, la composición del forraje es afectada por la especie forrajera y por el estado fisiológico al momento del pastoreo o corte, debiéndose

tener en cuenta también la parte de la planta evaluada (Elizalde et al., 1998). Otras fuentes de variación a considerar son la tasa de crecimiento, el momento del día y las diferentes prácticas de manejo (Van Vuuren et al., 1986).

2.3 PERFORMANCE ANIMAL Y CONSUMO EN PASTOREO

A pesar de ser un punto importante para este trabajo, su análisis no será muy extenso en vista de que es un tema que ha sido ampliamente revisado por otros autores para ensayos que se llevaron a cabo en condiciones muy similares al presente (Elizondo et al. 2004, Da silva et al. 2006).

Bruinenberg et al. (2000) afirman que la digestibilidad y el consumo voluntario de forraje por los rumiantes son las principales determinantes del potencial de estos recursos para la producción de carne.

2.3.1 Factores que afectan el consumo de forraje

El consumo está afectado por dos grandes factores, el primero es el consumo potencial determinado por el tamaño corporal y estado fisiológico, y el segundo es el consumo relativo determinado por la pastura, que depende de características químicas y físicas de la misma (Australian Feeding Standard, 1994).

Los factores de la pastura que afectan el consumo de materia seca se dividen en nutricionales y no nutricionales. Los primeros son diversos, incluyendo la disponibilidad de pastura previa al pastoreo (kgMS/ha) y la asignación de forraje (kgMS/animal/día) (Poppi et al. 1987, Hodgson y Brookes 1999), así como su estructura, resistencia al corte y distribución de especies (Basurto, 1999). La relación entre el consumo de materia seca

de pastura y la disponibilidad de la misma ha sido descrita como asintótica (Poppi et al. 1987, Peyraud et al. 1996, Dalley et al. 1999).

Entre los factores nutricionales de la pastura que afectan el consumo, el más importante es la digestibilidad del forraje, ya que a medida que esta aumenta el consumo también lo hace de manera proporcional (Basurto, 1999). Otro factor a tener a destacar es el tiempo de retención del forraje consumido en el rumen (Thornton y Minson, 1972), a medida que este aumenta el consumo disminuye como consecuencia de regulaciones físicas y metabólicas (Romney y Gill, 2000).

A pesar de que Porte et al. (1996) señalan como principal factor el consumo potencial del animal, basándose en que la demanda fisiológica asociada a las necesidades de mantenimiento y al potencial de producción del animal están asociados a su tamaño metabólico, en este trabajo se le dará mayor énfasis a los factores asociados a la pastura, debido a que es aquí donde se estaría generando el problema en estudio.

2.3.2 Tipo de forraje

Como fue mencionado anteriormente, un aspecto a tener en cuenta en el período otoñal cuando se pastorean verdeos de invierno son los bajos contenidos de materia seca de los mismos. En condiciones de baja disponibilidad, al animal le insume poco tiempo preparar el bocado para ser masticado, insalivado y tragado y, por ende, podrá aumentar la tasa de bocado. Pero en el caso de forrajes con baja materia seca el bocado será de gran volumen y, por lo tanto, le llevará más tiempo de masticación, salivación y deglución (Ustarroz y De León, 2004). Esto lleva a una disminución de la cantidad de materia seca de forraje que cada bocado rinde al animal, lo cual, a diferencia de lo que ocurre cuando la disponibilidad es baja, no puede ser compensado por un mayor número

de bocados por unidad de tiempo, atentando directamente contra el consumo (Elizalde y Santini, 1994).

En pasturas tiernas con porcentajes de materia seca menores a 25 % se observa una disminución del consumo, a medida que aumenta el contenido de agua, ya que ésta contribuye al llenado ruminal. Esta disminución del consumo sería del orden de 1 kgMS de forraje por cada 4% en la disminución en el contenido de materia seca del mismo por debajo de 18% (Verité y Journet, 1970).

El consumo también se ve afectado por los bajos niveles de fibra de los verdes invernales. En forrajes con contenidos de FDN superiores a 45-50% se observa una tendencia a disminuir el consumo a medida que aumenta el contenido de fibra, principalmente por su menor digestibilidad y tasa de pasaje por el tracto gastrointestinal, es decir que se da una regulación física del consumo. Por otro lado, para los alimentos con menos de 45 % de FDN, la regulación del consumo es principalmente metabólica, para hacer constante el consumo de energía, según el nivel de requerimientos del animal (Ustarroz y De León, 2004).

Los bajos niveles de fibra disminuyen el tiempo total de rumia y la cantidad de saliva producida. La saliva tiene un papel de regulador del pH en rumen, por lo que al disminuir su producción se desarrolla un pH ruminal más ácido, que atenta contra la digestión de la fibra al disminuir la actividad de la flora celulolítica. Esto genera una disminución de la tasa de pasaje ruminal del forraje, con la consecuente caída en la tasa de consumo (Kaufmann 1976, Baeck 2000).

2.3.3 Efecto de las prácticas de manejo

2.3.3.1 Asignación de forraje

Numerosos autores concuerdan en que al aumentar la disponibilidad de forraje aumenta el consumo del animal en pastoreo y esta variable es uno de los factores más importantes que afecta el consumo en condiciones de pastoreo (Boyd 1952, Mac Lusky 1955, Mc Cullough 1959, Broster 1960, Hull et al. 1961, Arnold 1962, Arnold y Dudzinski 1966, Greenhalgh 1966, Reavdon 1977, Chacon et al. 1978, Jamieson y Hodgson 1979).

2.3.3.2 Suplementación

La inclusión de un concentrado energético a la dieta de animales en pastoreo puede provocar una disminución en la capacidad del animal para digerir fibra y por consiguiente una reducción en el consumo de forraje y nivel de producción. Este efecto puede controlarse mediante el suministro combinado de forraje y concentrado, manejando adecuadamente el momento de suministro, el tipo de alimento, su calidad y composición. (Bennett y Tucker 1986, Mieres 1997, Santini y Rearte 1997).

Cuando se suplementa con heno la respuesta productiva será favorable solamente cuando el valor nutritivo del heno sea superior al de la pastura, cosa que raramente ocurre (Rearte y Pieroni, 2001). Según estos autores, sin embargo, existiría un período del año y en algunos cultivos, como ocurre con el primer pastoreo de los verdeos en otoño cuyo bajo contenido de materia seca afecta el consumo y la performance animal, en que la suplementación con heno puede ser una buena alternativa para paliar dicho déficit, mejorando la ganancia de peso obtenida.

Interacciones entre forraje y suplemento (tasa de sustitución)

Bowman y Sanson (1996) definen tasa de sustitución como el cambio en el consumo de forraje (materia seca) por unidad de suplemento consumida (en materia seca).

Esta tasa está relacionada con el consumo de forraje, la digestibilidad del mismo, la proporción de grano en la dieta y la madurez del animal, y generalmente es alta en rumiantes que consumen mucha cantidad de forraje de elevada digestibilidad, probablemente debido a que los procesos metabólicos que controlan el consumo reducen la ingesta voluntaria de forraje (Dixon y Stockdale, 1999).

Cuando se suplementa con fibra en forma de heno y la disponibilidad de la pastura no es limitante, se podrían esperar altas tasas de sustitución de la pastura, sin aumentar significativamente el consumo total de materia seca (Rearte y Pieroni, 2001). Si esta suplementación con fibra se realiza en situaciones de pastoreo restringido se aumentaría el consumo total de materia seca y el de nutrientes digestibles ya que la tasa de sustitución sería menor (Lange, 1980).

Otro tipo de interacción entre forraje y suplemento es la adición la cual, según Ustarroz y De León (2004), se da cuando el animal obtiene de la pastura una cantidad reducida de nutrientes, limitada por baja digestibilidad, baja oferta forrajera o reducido tiempo de pastoreo.

2.3.4 Comportamiento ingestivo

En condiciones de pastoreo los factores que determinan el comportamiento ingestivo son también los determinantes del consumo (Galli et al., 1996).

Según Galli et al. (1996), Solfanelli (1999), el consumo diario de forraje (CD, g/día) puede analizarse como el producto de las tres variables que describen el comportamiento ingestivo del animal en pastoreo, el peso de bocado promedio (PB, g/bocado); el tiempo diario de pastoreo (TP, minutos/día) y la tasa de bocado (TB, n° bocados/minuto).

Generalmente el ganado de carne pastorea entre 7 y 11 horas diarias dependiendo de la biomasa disponible por animal y por día, los controles físicos y metabólicos y el tiempo máximo de pastoreo diario (Erlinger et al. 1990, Galli et al. 1996). El tiempo de pastoreo diurno y nocturno varía según la época del año. En general el pastoreo nocturno aumenta en la medida que disminuye el fotoperíodo (Aello y Gómez, 1984).

La tasa de bocado es la cantidad de bocados por unidad de tiempo siendo el tiempo de selección del bocado la mayor determinante de esta variable (Solfanelli, 1999). Los factores de la pastura que afectan la tasa de bocado son la biomasa aérea, la altura, la cobertura y la densidad de la biomasa de la pastura (Galli et al., 1996).

El peso del bocado es la variable del comportamiento ingestivo con mayor relevancia, explicando el mayor porcentaje de la variación en el consumo diario de forraje (Galli et al. 1996, Solfanelli 1999)

Dicha variable es explicada por el producto entre el volumen del bocado (área x profundidad del bocado) y la densidad del forraje incluido en el mismo. La profundidad

del bocado y la densidad son más dependientes de la pastura, mientras que el área está más relacionada con las características del animal (Galli et al., 1996).

2.4 FACTORES QUE LIMITAN LA PERFORMANCE ANIMAL SOBRE VERDEOS DE INVIERNO

Las bajas ganancias en el período otoño-invernal cuando se pastorean verdeos de invierno estarían determinadas por una serie de factores que actúan en forma conjunta, relacionados a la pastura y a la eficiencia de utilización de los nutrientes por parte de los animales.

Los principales factores serían: desbalance de nutrientes de la pastura (Ustarroz y De León, 2004), bajos niveles de fibra (Bernard et al., citados por Edelman, 1994), disminución del consumo (Baeck, 2000), limitantes en la eficiencia de utilización de proteínas (Beever y Siddons, 1986) y energía (Méndez y Davies, 2003) por parte del animal y problemas en el metabolismo de ácidos grasos volátiles en rumen (Elizalde y Santini, 1994).

Estos procesos actúan directa o indirectamente sobre el proceso de fermentación ruminal, por medio del cual el rumiante obtiene más del 70% de la energía digestible para el mantenimiento y la producción, y del 70 al 80% de la proteína que arriba al intestino en condiciones normales de alimentación (Baeck, 2000), de lo que se deduce que cualquier problema en dicho proceso podría limitar significativamente la performance animal.

2.4.1 Desbalance de la pastura

Las condiciones climáticas reinantes en el otoño, como son lluvias, días nublados, disminución del fotoperiodo y la temperatura, serían las responsables del desbalance energía:proteína del forraje en este período (Baeck, 2000).

Según Ustarroz y De León (2004), dicho desbalance en la composición química (alto contenido de nitrógeno soluble y bajo contenido de energía) es la causa principal de las bajas ganancias de peso. En este tipo de pasturas el problema más importante y más caro de corregir es la energía.

La alta concentración de nitrógeno no proteico y proteínas de elevada degradabilidad ruminal en verdeos de invierno, (Pordomingo, 1999) y la baja concentración de energía, generan exceso de amonio lo cual implicará un gasto energético adicional, dado que dicho amonio debe ser transformado a urea por el animal (Baeck, 2000).

Méndez y Davies (2002) encontraron una tendencia decreciente en la ganancia de peso con los aumentos de relaciones proteína/carbohidratos solubles (mayor desbalance).

Para poder considerar un forraje fresco como bien balanceado este debe tener entre 14 y 16% de PB, y una relación proteína/carbohidratos solubles menor a 2 (Méndez y Davies, 2001).

2.4.2 Bajos niveles de fibra

Desde el punto de vista nutricional el término fibra se refiere a los componentes de la dieta derivados de plantas que no pueden ser digeridos por los sistemas enzimáticos de los mamíferos (Moore y Hatfield, 1994).

Por otro lado, se denomina fibra efectiva a aquella fibra que posee un largo mayor a 1 centímetro, con esto permite al rumiante ejercer la acción de masticación y rumia, estimulando así la salivación para mantener el pH ruminal y aumentar la tasa de digestión (Edelman 1994, Bargo et al. 2002). Por esta razón las dietas de los rumiantes deben tener cierta cantidad de fibra y de tamaño adecuado para mantener el normal funcionamiento del rumen y evitar problemas como puede ser la acidosis (Van Horn 1996, Hutjens 1998a, Allen 1997, Mertens 1997, Heinrich 1997, Mouriño et al. 2001).

La fibra tiene un efecto directo y otro indirecto sobre el pH ruminal. El primero es debido a su composición química, que le permite ligar protones (H^+) actuando así como una sustancia tampón (Erdman 1988, Weiss 1993). Por otro lado, la fibra tiene un efecto indirecto: debido a sus características físicas estimula la masticación y rumia, causando un mayor flujo de saliva al rumen, la cual es el principal amortiguador de los ácidos producidos en el rumen (Grant et al. 1990, Gallardo 1999). A su vez, la fibra en la dieta también es necesaria para mantener un balance adecuado de las poblaciones microbianas (Schwartz y Gilchrist 1975, Belyea et al. 1989).

Otro factor a tener en cuenta es el efecto de la fibra sobre la tasa de pasaje. Cuando la cantidad de fibra es baja, la velocidad de tránsito de las partículas es muy rápida, con lo que no alcanzan a ser fermentadas en el rumen disminuyendo la tasa de digestión y también las actividades de masticación y rumia (Gallardo, 1999).

También, como consecuencia de la baja cantidad de fibra puede suceder que el pasto ingerido forme una masa compacta en el rumen, la cual no se mezcla bien con la saliva, frena la evacuación de productos de fermentación y favorece la retención de burbujas de gas. En esta situación disminuye la rumia y los movimientos peristálticos del intestino (Edelman, 1994).

Las pasturas tiernas de otoño poseen insuficientes niveles de fibra efectiva: presentan paredes celulares muy delgadas y frágiles que, además, liberan con facilidad altas concentraciones de nitrógeno no proteico y de proteínas muy degradables en rumen (Carplet, citado por Edelman 1994, Gallardo 1999).

En esta época y sobre este tipo de pasturas es frecuente observar que las actividades de masticación y rumia, necesarias para una buena producción de saliva y regulación del pH ruminal, disminuyen significativamente. Esta situación genera desbalances ruminales y provoca acidosis ruminal (Gallardo y Castillo 2000, Baeck 2000).

Cuando el pH ruminal pasa de 6,8 a 6,0 la depresión en la digestibilidad de la fibra es moderada, pero cuando el pH decrece por debajo de 6,0 la inhibición es severa y a valores de 4,5 la digestión de la fibra cesa completamente, lo anterior hace que además de afectarse la fermentación de los componentes fibrosos, disminuya la digestión de materia orgánica y la producción de proteína microbiana (Hoover, 1986).

2.4.3 Consumo

Las pasturas otoñales de alta calidad presentan un bajo % de MS a lo cual se le suma el alto nivel de rocío (agua externa) que caracteriza esta época, esto podría disminuir la cantidad consumida por el animal. Esta disminución en el consumo puede

deberse a una disminución de la palatabilidad y de la aceptabilidad del forraje producida por el alto nivel de humedad, por una disminución del tamaño del bocado, o por una disminución en el tiempo total de consumo (Baeck, 2000).

A lo mencionado anteriormente, el mismo autor agrega la restricción en el espacio físico (efecto llenado), como consecuencia de la mayor cantidad de agua intracelular, que ocupa espacio ruminal.

En el Cuadro 5 se pueden apreciar algunos datos de consumo para novillos pastoreando forrajes otoñales a diferentes asignaciones de forraje.

Cuadro 5. Consumo de forraje y materia seca del mismo (MS) para novillos de sobreño pastoreando verdes de invierno a diferentes asignaciones de forraje (AF).

Pastura	AF (% PV)	MS (%)	Consumo (% PV)	Fuente
Raigrás	2,5	20	2,07	Elizondo et al. (2004)
	5		3,16	
Avena + pp.	2,5	17	1,43	Berasain et al. (2002)
	5		2,03	
Raigrás	5	-	2,42	Beretta et al., citados por Simeone y Beretta (2006).

Lippke et al. (1999), concluyeron que el crecimiento reducido de ganado joven pastoreando pasturas de alta digestibilidad es explicado, al menos de forma parcial, por un inadecuado metabolismo de las proteínas que actúa reduciendo el consumo de materia seca. El inadecuado metabolismo proteico al que se refieren Lippke et al. (1999) es el resultado de una densidad de protozoarios por debajo del óptimo, lo que disminuye la capacidad del rumen para incorporar el nitrógeno soluble en proteína bacteriana.

2.4.4 Eficiencia de utilización de la proteína y la energía

Es común que al pastorear verdes de invierno, a pesar de presentar una digestibilidad alta (70%) y relativamente constante, ocurran considerables pérdidas de nitrógeno en el rumen debido a que su contenido excede la disponibilidad de energía en este órgano y que limita la capacidad de síntesis microbiana; los contenidos de proteína de estos forrajes pueden variar entre el 10 % y el 30% (Elizalde et al., 1996). Mientras que los requerimientos animales para la cría e invernada son de 11 a 14% de proteína bruta en la dieta (Elizalde, 2001).

Según Elizalde y Santini (1992a), cuando la proteína bruta del forraje consumido es mayor a 14-15% la concentración de amoníaco (NH_3) comienza a elevarse en forma significativa. Los altos niveles de proteína de los forrajes de otoño, sumado a la alta degradabilidad de la misma, provocan altas concentraciones de NH_3 en el rumen (Rearte et al., 1989).

Esto afecta al paso de la urea a través de la pared ruminal (Ørskov, 1988). En este sentido, Engelhardt et al. (1978) demostraron que la permeabilidad de la pared ruminal al paso de la urea, disminuía a medida que aumentaba la concentración de NH_3 .

Beever y Siddons (1986) reportaron que en una dieta de raigrás perenne fresco se puede perder hasta el 30% del nitrógeno soluble como amonio (NH_4) antes de que llegue al intestino delgado.

Los verdes de invierno presentan una elevada cantidad de proteína y baja cantidad de carbohidratos solubles, los cuales constituyen una fuente de energía rápidamente disponible (Méndez y Davies, 2003). El producto final de la digestión ruminal de la proteína es el nitrógeno amoniacal (N-NH_3), el cual es captado por las

bacterias ruminales y transformado en proteína bacteriana, que será el principal aporte (70 - 80%) para cubrir los requerimientos proteicos del animal. Para ello es necesario el aporte de energía rápidamente disponible a nivel del rumen (Baeck 2000, Elizalde 2003). Pero la cantidad de energía rápidamente disponible de este tipo de forrajes es insuficiente, por lo que el NH_3 excedente debe ser transformado en urea en el hígado para su excreción, proceso que requiere energía. La energía que se utiliza para este proceso no se utiliza para la deposición de tejidos en el animal, por lo que la eficiencia de utilización de la misma disminuye (Méndez y Davies, 2003).

2.4.5 Metabolismo de ácidos grasos volátiles

Según Orskov (1986), para lograr la mayor eficiencia en la ganancia de peso, la relación acético:propiónico en el rumen debe ser igual o menor que 3:1.

Un aumento de ácido acético absorbido en relación al propiónico (alta relación acético:propiónico), tiene un efecto directo sobre los procesos de síntesis de tejido en el animal, con menor producción de grasa y retención de proteína por la menor provisión de glucosa y un cambio en el balance hormonal, con disminución de la insulina (Elizalde y Santini, 1994).

Cuando el nivel de carbohidratos solubles (CHS) es bajo aumenta la relación acético:propiónico (Elizalde y Santini, 1994). Por otro lado, una menor cantidad de fibra altera el patrón de fermentación, produciéndose menos ácido acético, con lo que disminuye la relación acético:propiónico (Edelman, 1994).

Al aumentar la producción de propiónico (baja relación acético:propiónico), se obtendrían una serie de beneficios, como ser: a) mayor eficiencia en la conversión de energía en el rumen a través de una reducción de la pérdida de energía como anhídrido

carbónico y metano; b) el ácido propiónico puede ser utilizado para sintetizar glucosa para dejar aminoácidos libres que de lo contrario se degradaban; c) el ácido propiónico es metabolizado más eficientemente, por lo cual disminuyen las pérdidas por calor (Vaz Martins et al., 2003).

2.5 LA SUPLEMENTACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA LEVANTAR LAS LIMITANTES ASOCIADAS AL PASTOREO TEMPRANO DE VERDEOS

Para corregir las limitantes de los forrajes de alta calidad de otoño diversos autores señalan a la suplementación como una herramienta capaz de aumentar el consumo (Castillo y Gallardo 2003, Simeone y Beretta 2006) y la eficiencia de utilización del nitrógeno a través de un mejor balance energía:proteína en la dieta (Beever y Siddons 1986, Elizalde y Santini 1992a, Herd 1998, Dixon y Stockdale 1999, Rearte y Pieroni 2001) repercutiendo positivamente sobre la ganancia de peso vivo. El tipo de suplemento, dependiendo del aporte relativo de energía, proteína o fibra, contribuirá de forma diferencial a la solución del problema, modificando además de forma particular las relaciones e interacciones establecidas a nivel de la interfase planta-animal-suplemento.

2.5.1 Tipo de suplemento

Suplementar significa “agregar algo que falta” y no “dar más de lo que sobra” (Elizalde, 2001). Por lo tanto, al definir la suplementación, es necesario considerar el adecuado balance de la provisión de energía y proteína que requiere el rumen, a partir de la composición de la pastura y las características del suplemento a utilizar (Elizalde, 2003). En el caso de los verdes pastoreados en otoño los nutrientes que “faltan” y, que por lo tanto deben ser “agregados” son energía (Beever y Siddons 1986, Herd 1998, Elizalde y Santini 1992a) y fibra (Gallardo 1999, Mount 2001).

Las principales alternativas de suplementación encontradas en la bibliografía tanto nacional como internacional se resumen a continuación:

- Suplementación con concentrados energéticos.
- Suplementación con proteína de sobrepeso.
- Suplementación con carbohidratos fibrosos (pulpa de citrus – pulpa de remolacha).
- Suplementación con fibra.

2.5.1.1 Suplementación con concentrados energéticos

Esta alternativa ha sido revisada extensivamente por otros autores (Damonte et al. 2004, Elizondo et al. 2004) y ha sido sugerida por varios investigadores como una medida eficiente para corregir la problemática otoñal (Beever y Siddons 1986, Elizalde y Santini 1992a, Gagliostro 1996, Herd 1998, French et al. 2001, Ustarroz y De León 2004). Como se puede apreciar en el Cuadro 6 la suplementación con granos ha probado ser una posibilidad para levantar las limitantes de esta época.

Cuadro 6. Respuesta a la suplementación energética y manejo de la intensidad de pastoreo en novillos Hereford (300kg) pastoreando verdeos de invierno.

Pastura	Ganancia diaria (Kg/día)		Fuente
	s/Sup.	Sup.	
Raigrás (5%)	0,776	1,259	Simeone y Beretta (2004)
Raigrás (5%)	0,985	1,303	Simeone y Beretta (2006)
Avena + pp (5%)	0,507	1,217	adaptado de Berasain et al. (2002)

La efectividad de la suplementación con concentrados energéticos durante el otoño sobre pasturas de alta calidad, se basa en que la causa principal de las bajas ganancias de peso en dicha época sería el desbalance en la composición química del forraje, siendo la energía el problema más importante y más caro de corregir. Por lo

tanto, la suplementación con concentrados energéticos tendría la función de corregir este déficit (Elizalde y Santini 1992a, Rearte y Pieroni 2001, Ustarroz y De León 2004).

2.5.1.2 Suplementación con proteína de sobrepaso

Otro enfoque para mejorar la performance de rumiantes pastoreando forrajes de otoño de alta calidad sería la suplementación con proteína de sobrepaso, y de esta forma satisfacer los requerimientos de proteína no degradable del animal (Donaldson et al. 1991, Phillips et al. 1995).

Sin embargo, esta alternativa no mejoraría la eficiencia de utilización de los nutrientes provenientes de la pastura (los más económicos) (Donaldson et al., 1991), por lo que presentaría un menor beneficio económico (Mount).

2.5.1.3 Suplementación con carbohidratos fibrosos (pulpa de citrus – pulpa de remolacha)

Cuando se suplementa animales consumiendo una dieta de base forrajera con carbohidratos no fibrosos, como pueden ser el grano de maíz o de sorgo, se altera la microflora del rumen de modo tal que la digestión de la fibra se ve perjudicada. Por lo tanto, la suplementación con carbohidratos fibrosos podría ser un método para impedir este problema. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este tipo de suplemento presentaría un proceso de digestión más lento, por lo que la energía no estaría disponible rápidamente para los microorganismos del rumen (Mount et al., 2001).

Sin embargo, el mismo autor no encontró diferencias significativas en ganancia de peso entre suplementar con grano de maíz (0,5% PV) o pulpa de remolacha (0,5% PV) en corderos pastoreando verdeos de invierno en estado vegetativo. La suplementación con pulpa de remolacha mejoró la digestión de la materia seca y de la

fibra, así como la retención de nitrógeno, comparado con el testigo sin suplementar y los suplementados con grano de maíz.

Según Mount (2001), el agregado de este tipo de suplementos a la dieta de animales pastoreando forrajes de alta calidad en otoño mejora la utilización del nitrógeno y no disminuye la digestibilidad de la fibra. Sin embargo, esta mejora en la eficiencia puede no reflejarse en la performance animal cuando los animales están en altos niveles de producción.

A su vez, este tipo de suplementos no son fáciles de conseguir en la mayor parte del Uruguay, o su transporte puede hacer que esta alternativa no sea económicamente viable.

2.5.1.4 Suplementación con fibra

Como se mencionó anteriormente, los verdes de invierno, a pesar de ser una opción efectiva para incrementar la producción de forraje, presentan (principalmente en los primeros pastoreos) muy bajos niveles de fibra efectiva (Gallardo, 1999). Esta característica estaría disminuyendo el tiempo total de rumia y la cantidad de saliva producida, con lo que se generaría un pH ruminal más ácido, lo cual atentaría contra la digestión de la fibra (Mouriño et al. 2001, Bargo et al. 2002). A su vez, una disminución en la tasa de digestión de la fibra genera una disminución en la tasa de pasaje ruminal del forraje, con la consecuente caída en el consumo diario (Gallardo, 1999).

La fibra del forraje y la de otros orígenes difieren significativamente en su efectividad de estimulación de la masticación, debido a diferencias en la distribución por tamaño de partícula y retención ruminal de la fibra. (Allen, 1997), siendo

generalmente la proveniente de forrajes groseros como el heno, más efectiva (Sudweeks et al., citados por Grant, 1997).

Por lo tanto, una forma de solucionar este problema podría estar dada por la posibilidad de suministrar una fuente de fibra efectiva como el heno (Craplet, citado por Edelman 1994, Gallardo 1999, Rearte 1999a). La misma incrementaría la rumia, produciéndose más saliva y de esta forma mejoraría el ambiente ruminal (Woodford et al., citados por Hutjens, 1998b) y se aumentaría el consumo total de forraje proveniente de la pastura, lo que se traduciría en una mejora en la performance animal.

Los efectos de este tipo de suplementación sobre la performance animal dependen principalmente de la calidad del heno que complementará la pastura (Gallardo y Castillo, 2000). Estos autores reportan que cuando se utilizan henos para la suplementación de rumiantes sobre pasturas muy ricas en proteínas y escasas en fibra (como es al caso de los verdes de invierno tempranos), es necesario tener en cuenta que las fuentes de fibra con baja capacidad de intercambio catiónico, con tiempos de retardo en el inicio de la digestión prolongados y una lenta tasa de fermentación ruminal, como son las gramíneas en general, y las megatérmicas en particular, actúan limitando la capacidad de consumo voluntario por un efecto de "llenado ruminal" (límite físico del consumo).

El heno que se utiliza para suplementar generalmente suele tener una calidad inferior a la pastura (muchas veces proveniente de cola de trilla o pasturas muy maduras al momento de corte), por lo que cuando este es suministrado *ad libitum* podría estar generando, como consecuencia de lo mencionado en el párrafo anterior, una dilución de la concentración energética de la dieta, no mejorándose la performance animal (Simeone y Beretta, 2006).

Para evitar estos efectos adversos del agregado de heno *ad libitum* en la dieta, se podría manejar el nivel de inclusión del mismo. Bajo esta óptica se realizó un trabajo de investigación en la EEMAC – Facultad de Agronomía cuyos resultados se puede apreciar en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Performance de novillos pastoreando raigrás (5kg/100KgPV) y suplementados con heno restringido (HR), heno ad libitum (HA) o grano de sorgo molido (SG).

Variable	Testigo	HR	HA	SG
Forraje disponible a al entrada (Kg/ha)	2085	2020	2116	1999
<u>Ganancia diaria (Kg/d)</u>				
Período experimental	0,985b	0,943b	0,853b	1,303 a
<u>Consumo de MS (%PV)</u>				
Pastura	2,42a	2,28a	1,89b	1,65b
Fardo de moha	--	0,23b	0,38a	--
Grano de sorgo molido	--	--	--	0,96
Total	2,42ab	2,51ab	2,27b	2,61 a

Fuente: Beretta et al. (2006).

Debe señalarse que las ganancias del testigo fueron elevadas respecto a las reportadas por otros autores para esta época como consecuencia de un otoño excepcionalmente seco. De todas formas se aprecia que el suministro de heno sin restricción no mejoró la performance animal. El posible efecto benéfico de un incremento en el consumo de forraje como consecuencia de una mejora en el ambiente ruminal a causa del suministro de una fuente adicional de fibra no fue observada en este trabajo (Simeone y Beretta, 2006).

En conclusión, las principales funciones de la fibra efectiva son: estimular la salivación y rumia para formar en el rumen una capa flotante de residuos de forraje ingeridos. Esto evita el rápido pasaje de partículas y las pérdidas de nutrientes en rumen, ya que actúa a modo de filtro (Allen y Mertens, citados por Edelman 1994, Armentano y Pereira 1997) con lo cual se aumenta la tasa de digestión de los componentes del alimento (Edelman, 1994).

2.6 EFECTO DEL PASTOREO DE VERDEOS Y LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE

Según Melton y Webb, citados por Bidegain et al. (2007) tanto las características de la canal como las relacionadas a la calidad de la carne dependen principalmente de dos factores: el genético entre los cuales se encuentran la edad y la raza y el ambiental donde la nutrición es el más importante de ellos.

2.6.1 Características de la canal

En este punto se revisará el rendimiento en segunda balanza y el engrasamiento de la canal, el cual indica el grado de terminación del animal faenado.

Estas características de la canal están influenciadas por factores intrínsecos y extrínsecos. Dentro de los primeros los de mayor importancia son base genética, individuo, sexo y edad, mientras que dentro de los extrínsecos se encuentra el sistema de explotación, alimentación, transporte, ayuno, condiciones de conservación, tiempo de maduración, mercado y preparación de la canal (Santini et al., 2003).

2.6.1.1 Rendimiento de la canal

Los rendimientos de la canal de diversos tipos de ganado vacuno pueden variar entre un 45 y 65 %, e incluso más, correspondiendo los valores inferiores a animales más delgados y los superiores a animales de tipo más grueso o más gordos (Yeates, 1967).

El factor más importante, según Di Marco (1998), que afecta el rendimiento es el llenado ruminal. Debido a esta razón el rendimiento aumenta cuanto mejor es la calidad del forraje o en alimentación con concentrados energéticos. Así mismo, este autor afirma que en animales muy jóvenes o con un exceso de grasa, el rendimiento disminuye.

Preston y Willis (1974) encontraron en terneros una asociación entre el contenido de fibra en la dieta y el contenido ruminal, el cual causaría grandes diferencias de rendimientos en animales adultos. Estos mismos autores demostraron que el contenido gastrointestinal puede proveer un 30% del peso vivo de un animal según el tipo de alimentación. Elizalde (1999) concuerda con lo anterior, indicando que animales consumiendo mayor contenido de fibra en la dieta, presentan mayor tamaño del tracto digestivo y por lo tanto un menor rendimiento.

Al enfriarse las canales se producen mermas que dependen principalmente del contenido de grasa, aunque las condiciones de refrigeración ejercen también cierto efecto. Las canales bien terminadas sufren probablemente una pérdida de peso menor que aquellas otras deficientemente terminadas (Yeates, 1967).

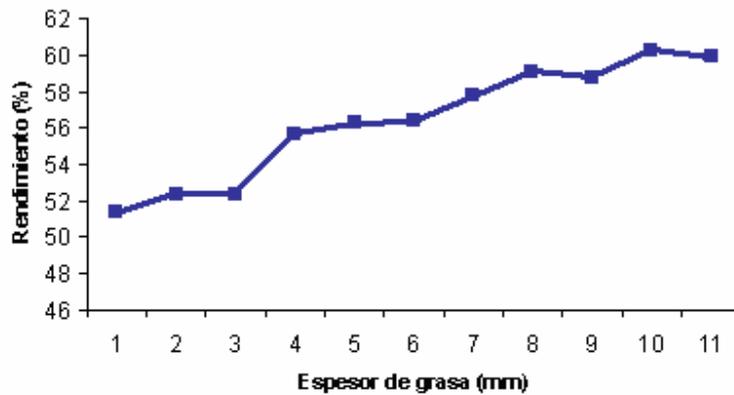
Según Rosso et al., citados por Rearte (1999b), los parámetros peso de carcaza y rendimiento mejoraron cuando los animales en pastoreo fueron suplementados con granos.

2.6.1.2 Engrasamiento de la canal

Según Hammond (1932) cuando existe una velocidad de crecimiento alta, se observa un mayor desarrollo del tejido adiposo. El orden cronológico con el cual se deposita es primero la grasa intermuscular, luego la subcutánea y por último la intramuscular.

La cantidad de grasa depositada en un animal esta estrechamente relacionada con peso vivo y el peso de la canal, aunque tambien varía con el sexo, la raza y el tipo de alimentación (Hammond, 1932).

El engrasamiento está asociado al rendimiento, los valores de rendimiento inferiores se asocian con ganado prácticamente sin grasa, mientras que los porcentajes superiores pueden aplicarse a ganado vacuno que presenta una capa de cobertura considerable (Yeates 1967, Preston y Willis 1974).



Fuente: Preston y Willis (1974).

Gráfico 1. Relación entre espesor de grasa y rendimiento de la canal en novillos Holstein desde los 100 hasta los 600 Kg.

Sully y Morgan (1978) encontraron que el grupo que consumió solo pasturas produjo carcazas marcadamente más magras que los suplementados, pero las diferencias en grasa subcutánea no fueron significativas.

En pasturas donde existe una limitación en el consumo de forraje por un bajo contenido de materia seca (otoño) aunque este sea de calidad, la suplementación permite aumentar el consumo de energía, mejorar la ganancia de peso y un mayor grado de engrasamiento a igual fecha de salida (Elizalde, 1999).

2.6.2 Calidad de la carne

La calidad de la carne adquiere cada vez mayor importancia principalmente en los países exportadores de carne como Uruguay, y la misma dependerá no solo de la raza, sexo, edad y peso de faena, sino también del régimen alimenticio que hayan tenido los animales (Rearte, 1999b).

Según Elizalde (1999), la calidad de la carne se puede definir desde tres puntos de vista: de los frigoríficos, de los abastecedores y de los consumidores. Para los primeros es un determinado peso de la media res, rendimiento, proporción de carne magra y engrasamiento. Para los segundos es un adecuado tamaño de corte, adecuada cantidad de grasa y el mantenimiento de los colores de la carne en las góndolas el mayor tiempo posible. Para los terceros la calidad está dada por el sabor, la ternera y la jugosidad.

La calidad de la carne bovina esta particularmente definida por su composición química (valor nutricional) y por sus características organolépticas (valor sensorial) tales como la ternera, el color, el sabor y la jugosidad. El sistema de producción, el tipo de animal, el plano nutricional ofrecido y el manejo pre y post faena, pueden modificar considerablemente estas características (Santini et al., 2003).

El pH es un indicador de la calidad de la carne dado que está estrechamente relacionado con la luminosidad del color, la fijación de agua, el contenido de ATP, glucógeno y lactato (Santini y Depetris, 2005).

Las características organolépticas están particularmente influenciadas por la tasa de descenso del pH (variable que indica la acidez de la carne) y el pH final que alcance la carne. La velocidad e intensidad con que el pH desciende luego de la faena esta principalmente determinada por la cantidad de ácido láctico que pueda acumularse a partir de la fermentación del glucógeno muscular. Dietas con altos niveles de energía permiten incrementar las reservas de glucógeno en el músculo y de esta manera lograr adecuados descensos de pH. La suplementación con granos durante la etapa de terminación incrementa las reservas de glucógeno permitiendo una adecuada conservación de la carne (Immonen et al. 2000, O'Sullivan et al. 2003). Lo óptimo, es

que se disponga de una cantidad inicial de glucógeno que permita un pH final de hasta 5,6 aproximadamente (Santini y Depetris, 2006).

Cuando se estudió un lote de animales alimentados solamente a pasto y el otro con pasto más suplemento en un período de 55 días no se encontraron diferencias significativas en los pH a las 24 horas (pH = 5,5), por lo que concluye que con cualquiera de las dos dietas los animales tenían una correcta cantidad de glucógeno (Damonte et al., 2004).

2.6.3 Color

Depende del contenido y estado de la mioglobina (principal pigmento de la carne). El contacto del oxígeno con la mioglobina forma oximioglobina otorgándole a la carne el color rojo brillante, en cambio en ausencia de oxígeno exhibe un color rojo oscuro o púrpura (deoximioglobina). El almacenamiento prolongado en presencia de aire induce la oxidación de la mioglobina dando origen a un compuesto (metamioglobina) que le imprime el color marrón a la carne (Geay et al., 2001).

El grado de disminución del pH es uno de los factores principales que afecta el color de la carne (Webb, 2004) por lo que todos los factores que afecten la reserva de glucógeno ya sean nutricionales o stress antes del sacrificio, determinarán el color de la carne.

Con la edad, sobre todo en animales que consumen pasturas, se depositan pigmentos carotenoides en la grasa, y ésta va cambiando del color blanco al amarillo. Estas diferencias se acentúan aún más cuando se analizan animales que consumieron granos (Schaake et al., 1993), ya que estos últimos presentan niveles de carotenos (< 5 ppm) muy inferiores a los de las pasturas (>500 ppm) (Realini et al., 2004).

El contenido de grasa intramuscular también sería responsable en parte de las diferencias en la luminosidad de la carne. El incremento en la grasa intramuscular, que acontece cuando se suministra granos, asociado al color blanco le imprimiría cierta claridad a la carne distinta de la proveniente de sistemas pastoriles (Priolo et al., 2001).

En cuanto al color de la grasa, dietas pastoriles con altos contenidos de carotenos (componentes derivados de las pro-vitaminas) no son degradados en su totalidad en el rumen y pueden encontrarse en la grasa de la carcasa debido a su liposolubilidad, dándole a esta un tono más amarillento (Rearte, 1999b).

2.6.4 Terneza

Se refiere a la facilidad de corte durante la masticación. Es un atributo muy complejo en el cual participan factores inherentes al animal y al manejo pre y post faena, como así también la forma de preparación del producto (Santini y Depetris, 2005.).

Entre los factores inherentes al animal, se encuentran el estado de las miofibrillas musculares, la cantidad y el tipo de tejido conectivo y la cantidad de grasa intramuscular o marmoreado. Estos últimos factores podrían ser influenciados por el tipo de alimentación otorgada (Santini y Depetris, 2005).

La terneza se relaciona con el pH en forma cuadrática, siendo mayor cuando el pH de la carne es menor a 5,8 y disminuyendo en el rango entre 5,8 y 6,3. Valores de pH superiores a este último valor incrementan la terneza de la carne pero facilitan la putrefacción de la misma. Al igual que el color, incrementos en los niveles de glucógeno previo a la faena permitirá descender el pH a valores inferiores a 5,8 haciendo mas tierna la carne (Geay et al., 2001).

Altas ganancias de peso previo a la faena mejorarían la terneza, por un aumento en la proporción de colágeno soluble, y por el incremento de la actividad proteolítica y la potencial actividad glucolítica (Thompson 2002, Santini et al. 2003).

Aunque el grado de engrasamiento intramuscular o marmoreado explica solo el 10 al 15 % de la variabilidad en la terneza, algunos autores indican que el esfuerzo de corte disminuye a medida que la infiltración de grasa intramuscular aumenta (Huerta Leidenz, 2002).

2.7 SÍNTESIS DE REVISIÓN

Una de las alternativas de suplementación que podría solucionar la problemática en la calidad de las pasturas en el otoño-invierno es el aporte de fibra a la dieta. La información sobre la alternativa planteada para ganado de carne es escasa en cuanto a la ganancia esperada y no se ha estudiado el efecto en otras características como son la calidad de carne y calidad de la canal.

Debido a que lo que se buscó fue levantar dicha limitante, la cual presenta una gran variabilidad año a año dependiendo de características tales como temperatura, precipitaciones, etc, se creyó conveniente realizar este experimento por más que se había realizado el año anterior y así disminuir esta variabilidad.

Para comparar esta alternativa se utilizó un testigo sin suplementar y un testigo de alta performance que ha demostrado sistemáticamente impactar en forma positiva sobre las ganancias medias diarias.

2.8 HIPÓTESIS

La suplementación con una fuente adicional de fibra mejora la performance de novillos pastoreando verdes invernales siendo dicha respuesta dependiente del nivel de suplementación.

La suplementación con una fuente adicional de fibra equipara la respuesta obtenida al suplementar con una fuente energética concentrada.

Estos efectos estarían mediados por los siguientes procesos:

- a) Un aumento en el consumo de materia seca total y en el consumo de pastura respecto al testigo sin suplementar. El nivel de suplementación determinará modificaciones en las relaciones sustitución-adición, afectando la cantidad de pastura consumida en cada caso.
- b) La suplementación genera modificaciones en el patrón de pastoreo de los novillos, lo que podrá modificar las características de la dieta consumida.

Las variaciones en la tasa de ganancia se reflejan en mejoras en las características de la canal. Sin embargo, la suplementación con forrajes fibrosos podría afectar la calidad del producto evaluada a partir de pH, terneza y color con respecto a la suplementación con una fuente energética a base de almidón.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO

El experimento se realizó en el potrero 5 de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (U.P.I.C.) de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (E.E.M.A.C.), Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay.

El ensayo tuvo una duración total de 72 días habiendo comenzado el primer pastoreo el 28/6/2006 y culminando el 31/8/2006 con la faena de los animales.

3.1.1 Clima

El Uruguay es un país de clima templado con una temperatura media anual de 17,4 °C, y con un régimen de precipitaciones isohígro con una media histórica anual de 1200 mm (Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica de Paysandú).

Durante el período de 72 días en que se realizó el trabajo de campo (65 días de experimento y 7 días de acostumbramiento de los animales) la temperatura media fue de 13,8 °C y se registraron 118 mm de precipitaciones (Anexo 1).

3.1.2 Suelo

El área donde se realizó el experimento está situada sobre la formación Fray Bentos, comprendiendo suelos de la Unidad San Manuel predominando Brunosoles Éútricos Típicos (Háplicos), de textura limo-arcillosa con nítido contraste entre horizontes y que presentan un drenaje moderado. Como suelos asociados se pueden encontrar Brunosoles Éútricos Lúvicos y Solonetz Solodizado Melánico. Esta Unidad

presenta un relieve de lomadas suaves, pendientes moderadas y como material generador sedimentos limosos consolidados (Durán, 1991).

3.1.3 Pastura y suplemento

Se utilizaron 23 has. de raigrás (*Lolium multiflorum*) de resiembra natural, sembradas el año 2002 con el cultivar LE 284. Previo al inicio del experimento, la pastura recibió una aplicación de 4 L/ha de glifosato el 15 de febrero de 2006, se fertilizó con 80 kg/ha de urea el 28 de abril de 2006 y el 26 de julio de 2006 se refertilizó el área pastoreada con 70 kg/ha de urea. El enmalezamiento que presentaba el raigrás era bajo, por lo que no fue necesario ningún control.

El suplemento energético que se utilizó fue grano de sorgo (*Sorghum bicolor*) molido y como voluminoso se suministró heno de moha (*Setaria italica*) confeccionado el verano del mismo año. A continuación en el Cuadro 8 se presentan los datos correspondientes al análisis de composición química de ambos suplementos.

Cuadro 8. Resultados del análisis de composición química de los suplementos.

Material	MS%	PC%	C%	FDNcc%	FDAcc%
Heno de moha	92,16	12,97	13,25	66,20	40,73
Sorgo molido	89,25	1,54	8,29	14,13	5,47

MS: materia seca PC: proteína cruda C: ceniza FDN: fibra detergente neutro
 FDA: fibra detergente ácido cc: corregido por cenizas

3.1.4 Animales

Se utilizaron 36 novillos Hereford con un peso inicial promedio de 369 kg. (\pm 36 kg.), de los cuales 13 fueron nacidos en la primavera de 2004 y 23 en otoño de 2005.

Todos los animales provenían del rodeo experimental de la EEMAC, y habían sido destetados precozmente a los 60 días de edad promedio.

3.2 TRATAMIENTOS

Se evaluaron cuatro tratamientos en un diseño de parcelas al azar.

- Testigo (T): pastoreo de raigrás con una asignación de forraje (AF) de 5 kg de materia seca (MS) cada 100 kg de peso vivo, sin acceso a suplemento.
- Heno *ad libitum* (HAL): ídem a T más el suministro de heno de moha ofrecido *ad libitum*.
- Heno restringido (HR): ídem a T más el suministro de heno a razón de 0,25 % del peso vivo.
- Suplementación (SG): ídem a T más el suministro de grano de sorgo molido a razón de 1% del peso vivo.

Cada tratamiento constó de 3 repeticiones, correspondiendo cada repetición a una parcela pastoreada por 3 novillos (un total de 12 parcelas en el campo y 36 animales). Los animales fueron asignados a cada unidad experimental y tratamiento al azar, previa estratificación por peso vivo inicial.

3.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.3.1 Período pre-experimental

Durante los 60 días previos al inicio del experimento los animales fueron manejados en forma conjunta sobre pasturas mejoradas, sin restricciones en la oferta de forraje.

Siete días previos al comienzo del período experimental los animales fueron pesados y comenzaron a pastorear el raigrás con una AF del 5% del peso vivo. En este período, el heno se suministro de acuerdo a cada tratamiento, en tanto el grano de sorgo fue introducido gradualmente; el primer día de este período se ofrecieron 0,5 kg. MS/animal/día, aumentando diariamente a razón de 0,5 kg./animal/día hasta llegar a 3,7 kg. MS/animal/día aproximadamente (1% del peso vivo).

Este período tuvo como objetivo acostumbrar gradualmente el ambiente ruminal a las dietas que se suministrarían en el período experimental y acostumbrar a los animales a la rutina de manejo.

3.3.2 Período experimental

3.3.2.1 Manejo del pastoreo

El sistema de pastoreo fue rotativo en franjas semanales, realizándose el cambio de franja por la mañana. La asignación de forraje se reguló mediante variación del tamaño de parcela y se ajustó semanalmente sobre la base del último peso vivo promedio por repetición (sin considerar la proyección de ganancias en los 7 días de permanencia) y la biomasa de materia seca disponible de forraje. Las parcelas se estructuraron mediante alambrado eléctrico, sorteando semanalmente la ubicación de los tratamientos en el área a ser utilizada.

Dado que el agua no estaba disponible en las parcelas, los animales fueron llevados a diario a los bebederos. Esta práctica se llevó a cabo una vez al día, a las 15 hs. y los animales permanecieron en los bebederos hasta que dejaban voluntariamente de tomar agua.

3.3.2.2 Manejo de la suplementación

Los suplementos fueron ofrecidos en comederos de aproximadamente 2,5 m de largo, 0,75 m de ancho y una profundidad de 0,40 m, uno por repetición ubicado en el centro de la parcela.

La cantidad suministrada de grano y heno en el tratamiento restringido se ajustaron semanalmente en función del peso vivo vacío promedio de cada repetición. Estos suplementos eran suministrados a diario a las 8 hs., luego de ser retirados y pesados los rechazos del día anterior. Para el heno *ad libitum*, el rechazo se pesaba al culminar la semana, teniéndose en cuenta también como rechazo los desperdicios que se juntaban a diario alrededor del comedero.

El heno *ad libitum* se suministraba al comienzo de la semana y se monitoreaba dos veces al día (mañana y tarde) que los animales tuvieran cantidad suficiente (por lo menos un 15% de residuo diario).

El heno se ofrecía sin picar (fibra larga) y era desparramado en forma manual en los comederos.

3.3.2.3 Manejo sanitario

Este consistió en una dosis de Ivermectina plus (ecto y endoparasitario) a todos los animales previo al período pre-experimental.

3.3.2.4 Faena

La faena fue realizada el 31 de agosto en el Frigorífico Casablanca (FRI.CA.S.A), la faena fue realizada a fecha fija sin considerar que los animales tuvieran el mismo grado de terminación.

3.4 REGISTROS Y MEDICIONES

3.4.1 Pastura

3.4.1.1 Forraje disponible

La disponibilidad de forraje se determinó semanalmente en el área que se estimaba sería utilizada durante los siete días siguientes mediante la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1986). Se trabajó sobre el marcado y corte de dos escalas de tres puntos cada una, utilizando cuadros de 0,09 m² (0,3m x 0,3m). El forraje comprendido en cada cuadro de las escalas marcadas fue cortado al ras del suelo con tijeras de aro. Las muestras se pesaron frescas, luego se secaron en estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante (aproximadamente 48hs.) para la determinación del contenido de materia seca de las muestras. Se muestrearon 400 puntos al azar cubriendo toda el área evaluada, la biomasa de forraje disponible fue estimada partir de un promedio ponderado de frecuencia de aparición de cada punto de la escala en base seca.

3.4.1.2 Altura de forraje disponible

La altura del forraje se midió con una regla en los cuatro vértices y en el centro del cuadro utilizado para la determinación de disponibilidad, previo al corte del forraje. Se registró el punto de la hoja viva más alta que toca la regla (sin extender).

Se promedió la altura para cada punto de la escala y luego se ponderó por la frecuencia de cada punto, obteniéndose la altura promedio del forraje disponible.

3.4.1.3 Composición botánica

Cada 15 días al momento de realizar las mediciones de biomasa disponible a la entrada y residuo en cada repetición, dos de cada 50 cuadros tirados al azar fueron cortados y conservados para las determinaciones de calidad de la pastura ofrecida y del rechazo.

Las muestras frescas fueron caracterizadas en términos de su composición botánica (gramíneas, malezas y restos secos) mediante separación manual de las diferentes fracciones. Posteriormente, éstas fueron secadas (manteniendo la individualización) utilizando la misma técnica que para el secado del forraje disponible y luego molidas y almacenadas para posterior análisis químico.

3.4.2 Animal

3.4.2.1 Peso vivo

Los animales se pesaron cada siete días. Se encerraron al final de la tarde, previo registro del peso vivo lleno, y al día siguiente, por la mañana, luego de un ayuno de doce horas, se volvieron a pesar obteniéndose el peso vacío. Los animales fueron pesados individualmente, sin ningún orden de ingreso predeterminado, mezclándose todos los tratamientos.

Para el registro del peso vivo se utilizó una balanza electrónica con una capacidad de 2000 kg. ($\pm 0,5$ kg.).

3.4.2.2 Consumo de forraje

El consumo de forraje en cada tratamiento se estimó todas las semanas mediante el método agronómico (Lescano et al., 1990), como la diferencia entre la biomasa de forraje disponible previo a la entrada de los animales a cada parcela y el rechazado según la técnica que se describe a continuación:

- Biomasa disponible: se determinó la altura y la biomasa disponible mediante la técnica de doble muestreo (ambas técnicas descritas en 3.8.1.1) utilizando dos escalas de tres puntos comunes a todos los tratamientos. Se muestrearon cincuenta puntos en cada una de las repeticiones de cada tratamiento.
- Biomasa residual: se realizan las mismas mediciones que para el forraje de entrada pero marcando nuevas escalas correspondientes al rechazo.

3.4.2.3 Consumo de suplemento

Se determinó para cada repetición como la diferencia entre el suplemento ofrecido y el rechazado diariamente para el grano y el heno restringido, y semanalmente para el heno ad libitum. El contenido de materia seca se determinó secando la muestra en estufa a 60 °C durante 48 horas.

3.4.2.4 Patrón de defoliación

Este se midió como la evolución de la altura de la pastura a lo largo de las semanas pares, comenzando previo al ingreso de los animales a la parcela, y sucesivamente cada 24 horas (a las 9:00 horas), excepto el día 7 en que únicamente se media el rechazo. La altura se midió con regla registrándose el punto de la hoja viva más alta que toca la regla (sin extender) y se tomaron 50 medidas al azar por repetición.

3.4.2.5 Patrón de comportamiento ingestivo

En los días 2, 4 y 6 de las semanas pares en un animal por repetición escogido al azar y mediante observación fueron registradas las actividades de pastoreo, rumia y descanso cada 10 minutos en el período de horas luz (de 8:00 a 18:00 horas). También la tasa de bocado se midió en los mismos animales cada 2 horas, registrando el número de bocados de preensión realizados en un minuto. En los tratamientos suplementados fue registrado el momento de visita al comedero y el tiempo de permanencia fue calculado.

3.4.3 Peso a la faena

Los animales se pesaron individualmente previo a la entrada a la playa de faena, luego de 36 horas de ayuno.

3.4.4 Mediciones en la canal

3.4.4.1 Peso de la canal caliente

Se registraron los pesos de las medias canales izquierdas de los animales inmediatamente después de la faena.

3.4.4.2 Espesor de grasa subcutánea (EGS)

Esta medición se realizó con una regla milimetrada en dos puntos, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ partes del ancho de un corte transversal del *Longissimus dorsi* a nivel de la 10ª costilla, de la canal izquierda.

3.4.5 Mediciones en la carne

3.4.5.1 pH 24 horas

Luego de 24 horas de realizada la faena se midió el pH en el *Longissimus dorsi* a nivel de la 10^a costilla, con un medidor de pH electrónico portátil.

3.4.5.2 Color de músculo

Esta variable se midió utilizando un colorímetro electrónico portátil, realizando tres lecturas para cada media canal izquierda. El color fue registrado a las 24 y 48 horas de faena en el *Longissimus dorsi* a nivel de la 10^a costilla. Para la medición del color se tomaron en cuenta tres parámetros: L (luminosidad), a (índice de rojo) y b (índice de amarillo).

3.4.5.3 Color de grasa

Para la medición de este parámetro se siguió la misma metodología que para color de músculo pero solo se registró el color a las 24 horas.

3.4.5.4 Textura

Se envasó al vacío un trozo de 2,5 cm. aproximadamente del extremo craneal del *Longissimus dorsi* entre la 10^a y 11^a costilla. Luego de una maduración de 7 días entre 2 y 4 °C se cocinó a baño María hasta 75 °C en el centro de la muestra y se extrajeron de la misma entre 6 y 10 cilindros de 1,27 cm. de diámetro con sacabocado. A cada cilindro se le midió la fuerza de corte en célula Warner-Braztler, generando un promedio para cada corte.

3.5 VARIABLES CALCULADAS

3.5.1 Ganancia media diaria

Se estimó a partir del coeficiente de regresión lineal de los registros individuales del peso vivo en el tiempo, obteniéndose así una ganancia media diaria para cada unidad experimental, promedio para todo el período.

3.5.2 Utilización de forraje

Es la cantidad de forraje consumido en relación al forraje disponible. En este caso se tomó como forraje consumido todo lo desaparecido luego del pastoreo. Se calculó a partir de los registros de disponibilidad y rechazo de cada repetición.

3.5.3 Rendimiento de la canal

El rendimiento fue calculado como el porcentaje en peso de la canal caliente respecto al peso a la faena.

3.5.4 Tasa de sustitución

Se calculó como el cociente entre la diferencia de kg de materia seca de forraje consumido entre el testigo y el tratamiento suplementado y los kg de suplemento consumido para ese tratamiento en un período de tiempo.

3.5.5 Eficiencia de conversión

Fue calculada como el cociente entre la cantidad de suplemento consumido y la diferencia de ganancia de peso vivo entre el tratamiento suplementado y el testigo.

3.6 MODELO ESTADÍSTICO

Para el estudio del efecto de los tratamientos en la ganancia diaria, se ajustó un modelo estadístico lineal mixto de heterogeneidad dependiente del peso vivo en función del tiempo de la forma general:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + T_i + \epsilon_{ij} + \beta_1 D_k + \beta_{1i} T_i D_k + \beta_2 P_{v\text{inicial}} + \epsilon_{ijk}$$

Siendo:

Y_{ijk} = peso vivo del j-ésimo grupo de animales, perteneciente al i-ésimo tratamiento en el día k

β_0 = Intercepto.

T_i = tratamiento (j = T, HR, HA, G)

β_1 = coeficiente de regresión asociado a la medición repetida (D_k).

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

β_2 = coeficiente de regresión asociado a la covariable $P_{v\text{inicial}}$.

ϵ_{ij} = Error experimental (entre repeticiones).

ϵ_{ijk} = Error de la medida repetida (dentro de grupos, entre mediciones).

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

Las variables de composición de la canal, fueron analizadas utilizando Procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_1 \text{ PV inicial} + \epsilon_{ij}$$

Siendo:

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

μ es la media general.

T_i es el i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} es el error experimental (entre grupos de animales).

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

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, en relación al total de veces observado, tuvo distribución binomial.

Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$\text{Ln}(p/(1-p)) = \beta_0 + T_i + P_j + (TP)_{ij} + D_k(P)_j$$

Donde:

P es la probabilidad de rumia, descanso o pastoreo.

β_0 es el intercepto.

T_i es el efecto de los tratamientos.

P_j es el efecto del período (semana).

$(TP)_{ij}$ es la interacción entre tratamiento y semana.

$D_k(P)_j$ es el efecto de los días dentro de cada semana

El efecto de los tratamientos sobre la tasa de bocado, fue estudiado a través de modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo. Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + \epsilon_{ij} + P_k + (TP)_{ik} + D_l(P)_k + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} es la tasa de bocado.

μ es la media general.

T_i es el efecto de los tratamientos.

ϵ_{ij} es el error experimental.

P_k es el efecto del período (semana).

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

$D_l(P)_k$ es el efecto de los días dentro de cada semana.

ϵ_{ijkl} es el error de la medida repetida.

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

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \epsilon_{ij} + P_k + (TP)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

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

μ es la media general

T_i es el efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} es el error experimental

P_k es el efecto del período (semana)

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

ϵ_{ijk} es el error de la medida repetida

3.6.1 Hipótesis estadística

$$H_0 \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$$

H_a : existe al menos un efecto de tratamiento diferente.

$H_0: \beta/(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4) = 0$

$H_a: \beta/(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4) \neq 0$

La unidad experimental es el conjunto de 3 animales.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

4.1.1 Disponibilidad de forraje

En el Cuadro 9 se presenta una descripción general de las condiciones experimentales promedio para todos los tratamientos. La cantidad de materia seca disponible, medida como kg de materia seca/hectárea (kgMS/ha), no presentó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ($P=0,7915$), esto es deseable en un experimento de estas características, dado que en una pastura uniforme, diferencias en la disponibilidad pueden significar variaciones en la calidad del forraje ofrecido. Sí se encontraron diferencias entre semanas ($P<0,0001$) y en la interacción tratamientos x semana ($P=0,0016$) (Anexo 4a). Para ninguno de estos dos últimos efectos se encontró una tendencia clara, como se puede ver en el Cuadro 10.

Cuadro 9. Características descriptivas promedio para la pastura durante el período experimental.

Biomasa Disponible (kgMS/ha)	2854
Altura (cm)	20,9
Composición Botánica	68,5 % Raigrás 30,25 % Restos secos 1,5 % Malezas
Composición química (%MS)	12,84 % Cenizas 10,79 % Proteína cruda 50,29 % FDNcc 21,97 % FDAcc

El forraje residual (kgMS/ha) fue significativamente afectado por los tratamientos ($P=0,0347$), la semana experimental ($P<0,0001$) y por la interacción tratamientos x semana ($P=0,0026$), la tendencia del efecto semana no fue clara, en cuanto al efecto de la interacción existió una tendencia a que el tratamiento suplementado con grano dejara mayor cantidad de forraje residual y el tratamiento de heno restringido el que dejara menos (Anexo 4b). En el cuadro 10 se presentan los valores medios estimados para cada tratamiento.

Cuadro 10. Características de la pastura para cada uno de los tratamientos.

	Testigo	Heno 0,25%	Heno ad libitum	Grano 1%
Disponible (kgMS/ha)	2859	2809	2845	2903
Rechazo (kgMS/ha)	1279 b	1304 b	1345 ab	1432 a
Altura entrada(cm)	20,9	21,2	20,9	20,6
Altura rechazo (cm)	9,8	9,9	10,4	10,4

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente ($P<0,05$)

Se encontraron diferencias significativas en el forraje rechazado entre los suplementados con grano y los que pastoreaban solo raigrás y los suplementados con heno restringido.

En lo que respecta a las alturas promedios de entrada y salida no se encontraron diferencias significativas para los diferentes tratamientos siendo la altura de entrada promedio de 20,9 cm. y la de salida de 10,1 cm. aproximadamente.

Cabe destacar que la disponibilidad fluctuó entre 2000 y 3700 kgMS/ha, por lo que no fue limitante del consumo en ninguna de las semanas del período experimental. Según Australian Feeding Standard (1994) a partir de 2000 kgMS/ha el consumo de forraje no estaría limitado por la pastura. Así mismo, la altura de entrada tampoco estaría

limitando el consumo debido a que supera los 15 centímetros, que según Morris, citado por Bartaburu et al. (2003), por debajo de esta altura se estaría limitando la ingesta de materia seca en el período otoñal.

4.1.2 Calidad del forraje

4.1.2.1 Composición química de la pastura

La materia seca promedio para el forraje disponible fue de 21%, mientras que para el rechazo se registró un promedio de 24%. En el *Anexo 3* se puede apreciar la evolución de la materia seca para el forraje disponible (MS entrada) y el rechazado (MS salida) en las diferentes semanas.

A pesar de que Ustarroz y De León (1999) señalan que en pasturas tiernas con porcentajes de materia seca menores a 25% se observa una disminución del consumo a medida que aumenta el contenido de agua, Verité y Journet (1970) afirman que es a partir de 18% de materia seca cuando se comienzan a presentar problemas para obtener altos consumos.

Siendo que el promedio del contenido de materia seca estuvo por encima de 18%, no existirían problemas para obtener consumos elevados, excepto para las semanas 2 (5 de julio) y 8 (15 de agosto) en que los valores fueron de 14% y 15% de materia seca respectivamente.

En el cuadro 11 se resume la composición química promedio de la pastura ofrecida y rechazada, para cada uno de los tratamientos.

Cuadro 11. Composición química de la pastura ofrecida (O) y del rechazo (R) en los diferentes tratamientos.

	Testigo		Heno 0,25%		Heno <i>ad libitum</i>		Grano 1%	
	O	R	O	R	O	R	O	R
C%	12.97	16.55	13.33	13.93	12.67	14.79	12.42	15.12
PC%	10.65	10.01	10.94	7.82	10.61	9.17	10.99	9.64
FDNcc%	49.75	53.28	49.03	50.12	52.81	51.57	49.59	49.11
FDAcc%	22.21	24.32	22.87	22.90	20.67	23.68	22.16	23.39

C: cenizas - PC: Proteína cruda - FDN: fibra detergente neutro - FDA: fibra detergente ácido

cc: corregido por cenizas.

No existieron grandes diferencias entre los tratamientos, tanto para el forraje ofrecido como para el rechazado en lo que respecta a los parámetros de calidad medidos.

Los valores de proteína cruda (PC) para el forraje ofrecido son bajos, más aún si se tiene en cuenta que se trata de una pastura de alta calidad durante el período otoño-invernal.

En función de lo afirmado por Elizalde y Santini (1993), esta pastura no presentaría el desbalance energía:proteína esperado en esta época, dado que los valores de PC nunca alcanzan el 22% mencionado por este autor como típico de una pastura desbalanceada. Por otro lado, los datos obtenidos se aproximan más al 12% de PC que el mismo autor hace referencia para clasificar un forraje como balanceado.

El contenido de fibra detergente neutro (FDN) ronda el 50% tanto para el forraje ofrecido como para el rechazado, valor en el cual Verité y Journet (1970) afirman que el consumo es máximo, ya que no existen grandes restricciones físicas ni metabólicas. Las fracciones FDN y FDA del forraje ofrecido fue similar al reportado por otros autores (Damonte et al. 2004, Da Silva et al. 2006).

4.1.2.2 Composición botánica

En el Cuadro 12 puede apreciarse la contribución de cada fracción botánica al total de materia seca, tanto para el forraje disponible (entrada) como para el rechazo (salida) en cada tratamiento.

Cuadro 12. Composición botánica de entrada y salida como porcentaje del peso en base seca.

		Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
Entrada	Raigrás	66%	71%	64%	73%
	Resto seco	32%	28%	35%	26%
	Maleza	3%	1%	1%	1%
Salida	Raigrás	57%	56%	62%	65%
	Resto seco	40%	42%	38%	35%
	Maleza	3%	2%	0%	0%

En primer lugar debe destacarse la alta proporción de restos secos presentes en todos los tratamientos tanto para la entrada como para la salida de las parcelas. Esto podría estar explicando la baja proporción de proteína cruda que se reportó en el análisis de la composición química (10,8% PC para el ofrecido y 9,2% PC para el rechazado). La proporción de malezas presente en todos los tratamientos fue baja.

En cuanto a la composición de la pastura al momento de ingreso a las parcelas, se puede observar que los tratamientos testigo y heno *ad libitum* presentaron una menor contribución del forraje verde al total de materia seca, dado por un aumento en los restos secos del mismo. La alta presencia de restos secos se debe a que la pastura utilizada para el experimento es un raigrás con 5 años de resiembra natural lo que ha ocasionado que se acumulen restos secos.

El suministro restringido de fibra muestra una mayor selección a favor del verde, por lo que la misma podría estar beneficiando el consumo y la digestión de esta fracción.

4.2 UTILIZACION DE FORRAJE

En cuanto a la utilización de forraje no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P=0,1933$), si bien existe una tendencia a que los animales que fueron suplementados disminuyeron la utilización (Anexo 4c). Esto concuerda con lo encontrado por Berasain et al. (2002), Bartaburu et al. (2003) y se analizara mas adelante.

Se observaron diferencias significativas para el efecto semana experimental ($P<0,0001$) y la interacción tratamientos x semana ($P=0,0005$), no existiendo una tendencia clara en el transcurso de las semanas. En el Cuadro 13 se presentan las medias ajustadas para cada tratamiento.

Cuadro 13. Utilización del forraje disponible para los diferentes tratamientos.

	Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
Utilización (%)	53,8	52,6	51,0	49,9

Los valores de utilización estimados fueron elevados ya que el promedio se encuentra en torno al 52%, siendo superior al valor estimado por Risso et al. (1991) de aproximadamente 45%. Según Hodgson (1990), para una asignación de forraje de 5% la eficiencia de utilización no supera el 50%.

En el Cuadro 14 se presentan los datos referentes a la defoliación diaria de la pastura. La altura del día 1 corresponde a la altura de entrada (antes de que los animales

comenzaran a pastorear en la parcela), mientras que la del día 7 corresponde a la altura de salida (luego de que los animales fueron retirados de la parcela).

Cuadro 14. Altura promedio de los tratamientos para los 7 días de permanencia en la parcela.

		Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
Altura (cm)	Día 1	20,9	21,3	20,9	20,5
	Día 2	17,3	17,9	18,1	18,2
	Día 3	16,1	15,7	16,8	16,1
	Día 4	14,3	14,2	14,7	14,5
	Día 5	12,3	12,3	13,0	13,4
	Día 6	11,3 bc	11,0 c	12,2 ab	12,6 a
	Día 7	9,8	9,7	10,4	10,6

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

No se encontraron diferencias significativas para altura de entrada entre tratamientos ($P=0,8944$) y en la interacción tratamientos x semana ($P=0,7429$), pero si entre semanas ($P < 0,0001$). La altura de salida entre tratamientos no fue significativamente afectada ($P=0,6214$), al igual que en la interacción tratamiento x semana ($P=0,3017$) pero si se encontraron diferencias significativas entre semanas ($P < 0,0010$). No existe una tendencia clara en el efecto semana (Anexo 4d y 4e).

En términos generales, no existieron diferencias en el patrón de defoliación entre los diferentes tratamientos (excepto para el día 6). Debido a este comportamiento similar de los cuatro tratamientos, en el Gráfico 2 se presenta la evolución de la altura de la pastura para el promedio de los cuatro tratamientos.

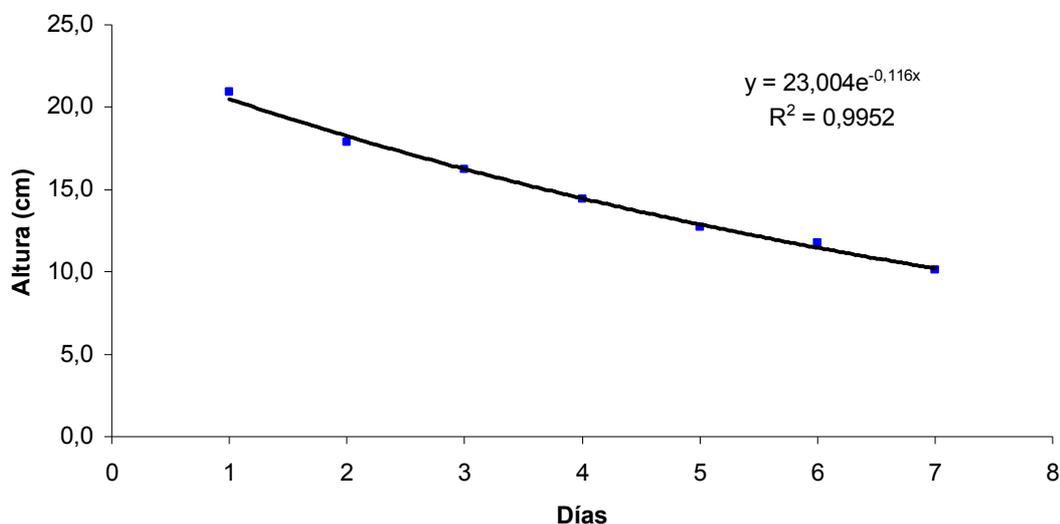


Gráfico 2. Evolución de la altura promedio del forraje para todos los tratamientos en función de los días de permanencia en la parcela.

La defoliación en el período de permanencia en la parcela se ajusta mejor a una curva exponencial con un R^2 de 0,99.

4.3 CONSUMO DE MATERIA SECA

4.3.1 Consumo total de materia seca

El consumo de materia seca total fue significativamente afectado por los tratamientos ($P=0,0002$), la semana experimental ($P<0,0001$) y la interacción tratamientos x semana ($P=0,0001$). La tendencia no es clara para la variable consumo de materia seca (Anexo 4h).

En el Cuadro 15 se presentan las medias estimadas de consumo de materia seca de forraje, de suplemento y la total promedio para todo el período experimental, expresado como porcentaje del peso vivo.

Cuadro 15. Consumo de materia seca y tasa de sustitución de los diferentes tratamientos.

	Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
CMS total(%PV)	2,70 b	2,84 b	2,81 b	3,39 a
CMS forraje(%PV)	2,70	2,62	2,55	2,50
CMS heno(%PV)	---	0,21 b	0,27 a	---
CMSgrano (%PV)	---	---	---	0,9
Tasa de sustitución	---	0,38	0,60	0,19

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

El consumo de materia seca total en el tratamiento suplementado con grano de sorgo fue significativamente superior al observado en el testigo y el tratamiento suplementado con heno restringido. El consumo de materia seca total esta dado por el consumo de suplemento y el consumo de forraje, en este último no se encontraron diferencias significativas existiendo una tendencia ($P = 0,1847$) a bajar el consumo de forraje al aumentar el consumo de suplemento (Anexo 4f).

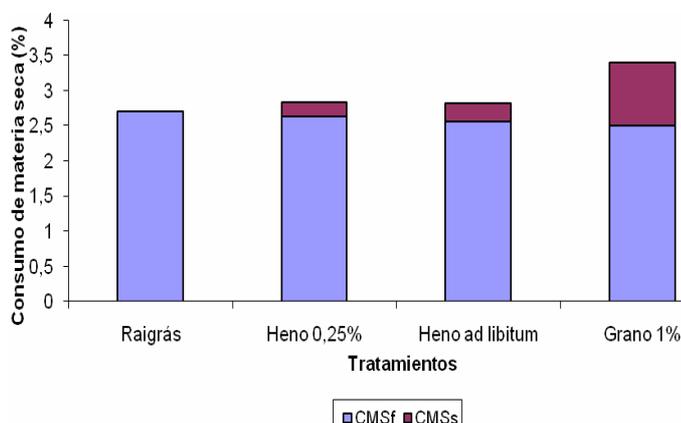


Gráfico 3. Consumo de materia seca de forraje y de suplemento para cada uno de los tratamientos.

El consumo de forraje en el tratamiento testigo fue algo superior respecto a trabajos realizados a nivel nacional (Beretta et al., 2006), esto era de esperar en función de que, como ya se mencionó anteriormente, no habrían existido limitantes ni en cantidad ni en calidad por parte de la pastura para lograr estos valores.

Al suplementar ya sea con grano o con heno se incrementó el consumo total de materia seca. Este mayor consumo podría explicarse por que existe una sustitución de forraje por suplemento inferior a uno, lo que haría aumentar el consumo total de materia seca. El consumo de materia seca de grano fue de 0,9% de PV, lo que concuerda con lo hallado por Bartaburu et al. (2003), quienes mencionan que en novillos suplementados a razón de 1% PV los animales consumen aproximadamente entre 0,9 y 0,93% del peso vivo.

De acuerdo con Horn y McCollum (1987), si la suplementación con grano supera el 0,7% PV el consumo de forraje se ve afectado.

En cuanto a la tasa de sustitución de forraje por grano, la misma fue baja considerando la alta calidad de la pastura y asignación de forraje no limitante (inclusive tomando como referencia el consumo de materia seca realizado por el testigo), además del moderado porcentaje de suplementación utilizado (Rearte y Santini 1989, Dixon y Sockdale 1999, Elizalde 1999). Otros autores reportan tasas de sustitución de 0,54 (Berasain et al., 2002), de 0,5 a 1 (Tayler y Wilkinson, 1972) y de 0,69 (Elizalde, 1999).

En lo que respecta a los animales suplementados el efecto observado es de sustitución con adición ya que disminuyen el consumo de forraje pero al consumir el suplemento, el consumo total de materia seca es mayor.

4.4 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

En este punto se caracterizará el comportamiento ingestivo presentando los valores obtenidos para las diferentes actividades relacionadas al consumo en pastoreo (alimentación, rumia y descanso), así como la tasa de bocado para los diferentes tratamientos y la evolución de la misma para las diferentes horas del día y diferentes días de la semana.

4.4.1 Tiempo de pastoreo, rumia, descanso y consumo de suplemento

El tiempo de pastoreo total fue afectado significativamente por los tratamiento ($P=0,0368$), la interacción tratamiento x semana ($P=0,0189$) y días dentro de semana ($P<0,0001$). El efecto de la semana experimental no fue significativo ($P=0,3350$) (Anexo 4i).

Las horas dedicadas a la actividad de rumia no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($P=0,0843$), ni debidas a la interacción tratamientos x semana

($P=0,3868$) pero si hubo diferencias entre semanas ($P=0,0239$) y entre días dentro de semana ($P=0,0010$). Para este último efecto existe una tendencia a aumentar el tiempo de rumia a medida que transcurren los días dentro de la semana (Anexo 4j).

En el Cuadro 16 se presenta la probabilidad de encontrar un animal realizando cada actividad para los diferentes tratamientos.

Cuadro 16. Proporción del tiempo total de observación dedicado a cada actividad.

	Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
Pastoreo	0,47 a	0,44 ab	0,41 ab	0,39 b
Rumia	0,17	0,18	0,20	0,14
Descanso	0,36	0,31	0,31	0,39
Visita a batea	---	0,07	0,08	0,08
Tasa de bocado	47 b	51 ab	52 a	48 ab

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente ($P<0,05$)

Los animales suplementados con grano dedicaron menos tiempo al pastoreo que el testigo, mientras que los suplementados con heno presentaron valores intermedios entre ambos. Esto confirma lo encontrado por Adams, Barton et al., Giraud et al., Krysl y Hess, Saber y Holmes, citados por Berasain et al. (1992), quienes afirman que la suplementación con grano disminuye el tiempo de pastoreo, debido a que estos animales tienen un aporte extra de energía alcanzando antes a cubrir sus requerimientos.

La proporción del tiempo total de observación dedicado a la rumia en los tratamientos suplementados con heno, tiende a aumentar, seguido por el testigo y por último el suplementado con concentrado. Esto es esperable debido a que al aumentar el contenido de fibra de la dieta aumenta el tiempo destinado a la masticación y rumia (Woodford et al., citados por Allen, 1997).

El tiempo dedicado al descanso fue significativamente diferente entre tratamientos ($P=0,0276$) y en los días dentro de la semana ($P<0,0001$), pero no presentó diferencias entre la semana experimental ($P=0,1809$) ni en la interacción tratamientos x semana ($P=0,1325$) (Anexo 4k).

En el Gráfico 4 se puede observar la fracción de tiempo destinada por los diferentes tratamientos a cada actividad durante el periodo de horas luz.

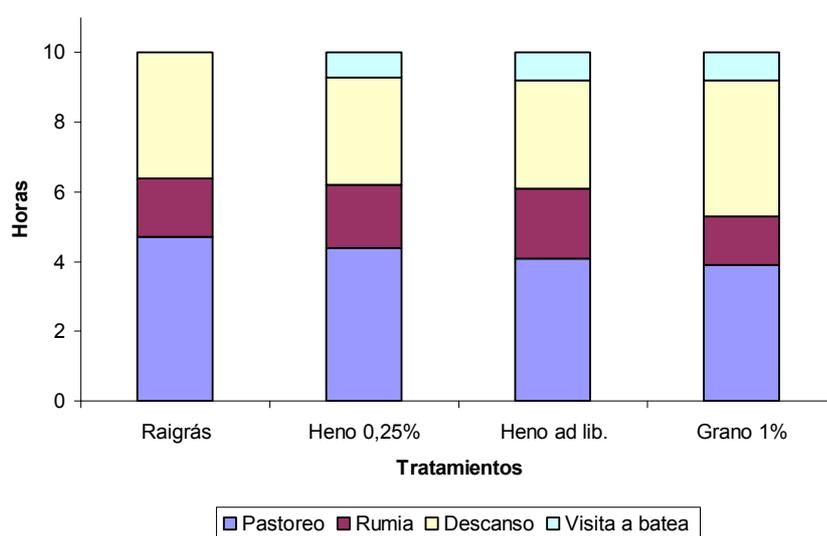


Gráfico 4. Distribución del tiempo (horas) destinado por los diferentes tratamientos al pastoreo, rumia, descanso y consumo de suplemento durante el periodo de horas luz.

A continuación se caracterizará el comportamiento ingestivo presentando los valores obtenidos para las diferentes actividades relacionadas al consumo en pastoreo (alimentación, rumia y descanso), así como la tasa de bocado para los diferentes tratamientos y la evolución de la misma para las diferentes horas del día y diferentes días de la semana.

Los animales pastorearon entre cuatro y cinco horas dependiendo del tratamiento. Este valor es similar al presentado por Berasain et al. (2002), quienes afirman que los animales pastorean aproximadamente 5 horas por día, y se encuentran muy por debajo del tiempo máximo de pastoreo (8 a 9 horas), reportado por Hodgson (1990).

En esta época las actividades de rumia y descanso se desarrollan mayoritariamente en la noche, periodo en el cual es esperable que se de un menor tiempo destinado al pastoreo (Stockdale y King, 1983), por lo tanto, al efectuar las mediciones entre las 8 y las 18 horas se podrían estar sobre o sub estimando algunas de las actividades.

En cuanto a la tasa de bocado (bocados/minuto) se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos ($P=0,0230$) y para los días dentro de la semana ($P<0,0001$), pero no existieron diferencias asociadas a la semana experimental ($P=0,2247$) ni a la interacción tratamiento x semana ($P=0,1934$) (Anexo 4m).

Los valores encontrados se ubican por debajo de los reportados por Realini et al. (2004), quienes mencionan que los valores promedio se encuentran en torno de 55 y 60 bocados/minuto.

Las sesiones de pastoreo más intensas, es decir mayores tasas de bocado, se dan en la mañana y al final de la tarde (Gráfico 5), esto concuerda con lo dicho por Solfanelli (1999). En este sentido todos los tratamientos se comportan de manera similar.

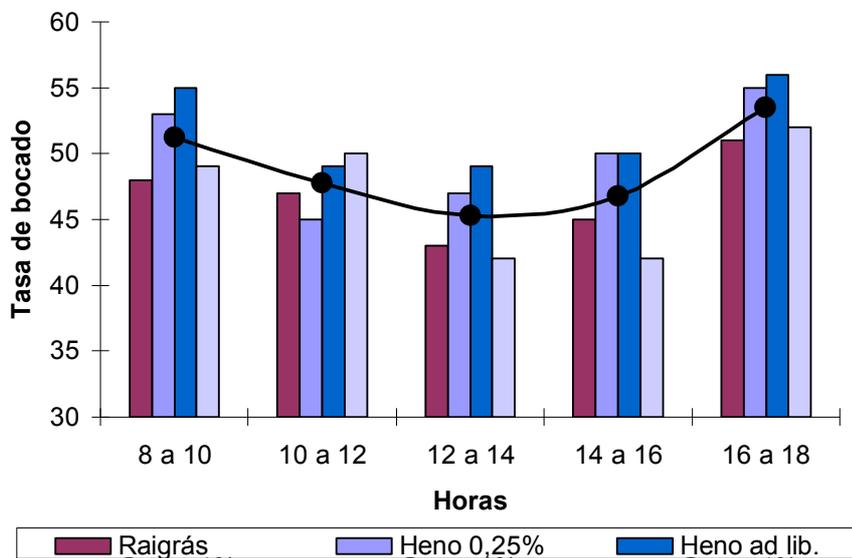


Gráfico 5. Evolución de la tasa de bocado promedio de los diferentes tratamientos a lo largo del día.

Como se observa en el Gráfico 6, existe una tendencia ($P < 0,0001$) a que a medida que pasan los días dentro de la semana aumente la tasa de bocado. Esto es esperable debido a la disminución de la disponibilidad de forraje, por lo que los animales deben aumentar la tasa de bocado para llegar al mismo nivel de consumo (Elizalde y Santini 1994, Galli et al. 1996). También existe una tendencia a aumentar el tiempo destinado a la actividad de rumia y el tiempo total de pastoreo, coincidiendo con una disminución en el tiempo dedicado al descanso.

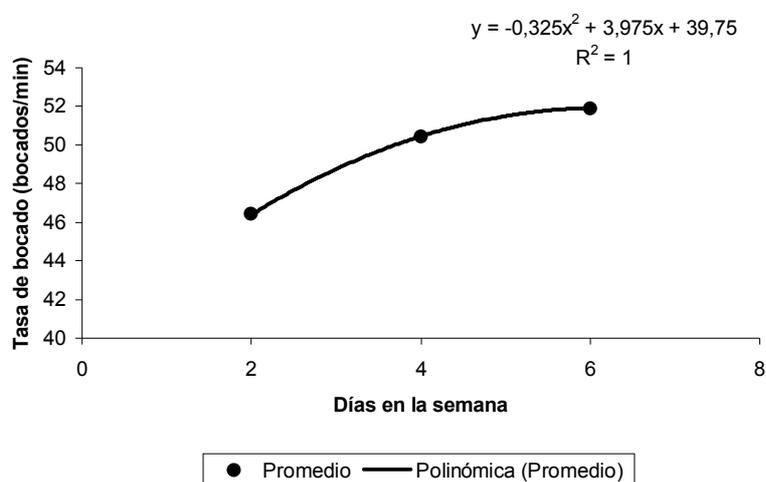


Gráfico 6. Evolución de la tasa de bocado promedio para los días 2, 4 y 6 de la semana.

La curva de evolución de la tasa de bocado se ajusta a una función cuadrática, aumentando el número de bocado por minuto a tasas decrecientes a medida que avanza el tiempo de permanencia en la parcela y la biomasa de forraje disponible se reduce. Esto era esperable dado que a medida que pasan los días de permanencia en la parcela disminuye la altura de forraje (ver Gráfico 6), por lo que los animales, como se dijo anteriormente, deben aumentar la tasa de bocado para alcanzar el mismo nivel de consumo. (Elizalde y Santini 1994, Galli et al. 1996).

4.5 GANANCIA DIARIA

La evolución de peso vivo durante el período experimental mostró una tendencia de ajuste lineal ($P < 0,0001$), estando el coeficiente de regresión afectado por los tratamientos ($P < 0,001$) y el peso vivo inicial ($P < 0,001$) (Anexo 4n).

En el Gráfico 7 se presenta la curva de ganancia de peso durante las semanas que duró el experimento para los diferentes tratamientos.

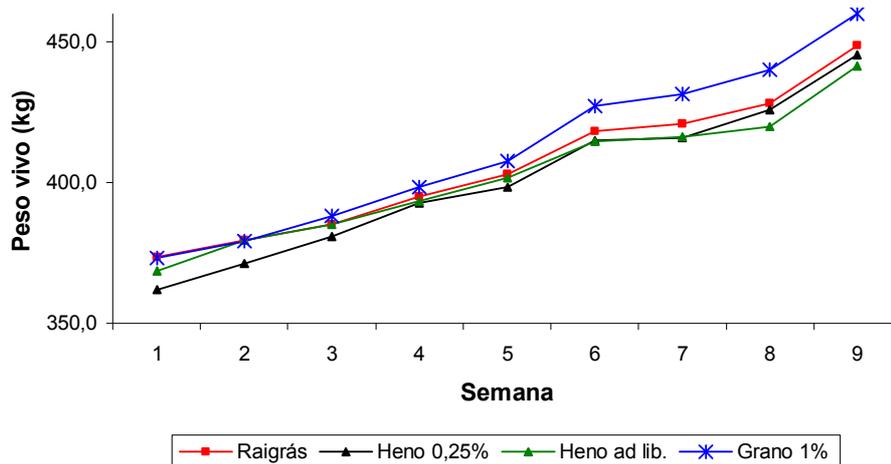


Gráfico 7. Evolución de los pesos promedio de los tratamientos a lo largo del período experimental.

En el Cuadro 17 se presentan los pesos al inicio y al final del experimento así como la ganancia diaria que obtuvieron los animales durante el periodo experimental.

Cuadro 17. Pesos iniciales, ganancias medias diarias y pesos finales promedio para cada uno de los tratamientos.

	Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
Peso inicial (kg)	366,1	369,1	370,1	365,9
Ganancia diaria (kg/día)	1,276 bc	1,379 ab	1,175 c	1,499 a
Peso final (kg)	448,7	445,6	441,4	460,1

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Al suplementar con grano de sorgo se incrementó la ganancia de peso respecto al testigo (+ 224g/día; $P=0.0021$) y al tratamiento suplementado con heno *ad libitum* (+

325g/día; $P < 0,001$), mostrando una tendencia de superación respecto al suplementado con niveles restringidos de heno (+ 121g/día; $P = 0,0909$). Este último tratamiento, a pesar de superar la ganancia diaria respecto al testigo, esta no fue estadísticamente significativa (+ 103g/día; $P = 0,1508$). Al suplementar con heno *ad libitum* la ganancia se redujo en 102 g/día respecto al testigo pero la diferencia tampoco resulto significativa ($P = 0,1568$).

La performance de los novillos en el tratamiento testigo fue superior a la reportada por Simeone y Beretta (2004), reflejando la elevada disponibilidad y características nutricionales del forraje (ver el cuadro 10) el cual no presentó las características típicas de los verdes de invierno en el otoño, como ser bajo contenido de materia seca, desbalance de energía:proteína y bajos niveles de fibra (Simeone y Beretta, 2005).

El tratamiento suplementado con grano al 1% que fuera incluido como testigo de "alta performance" reprodujo las altas ganancias esperadas en base a datos reportados por Simeone y Beretta (2004), superando inclusive los valores reportados por estos autores.

La suplementación con heno restringido al 0,25%PV tuvo un desempeño similar al suplementado con grano ($P = 0,0909$), a pesar de presentar un nivel de consumo significativamente inferior ($P = 0,0002$), esto estaría dado por un lado por una mayor selección del material verde de la pastura (ver Cuadro 12) y podría existir una mejor asimilación del alimento consumido por parte de los animales suplementados con heno. Dicha mejora podría estar asociada, por un lado a que la incorporación de una fuente adicional de fibra a una dieta basada en forrajes frescos con bajos niveles de fibra efectiva, disminuiría la tasa de pasaje por el tracto gastrointestinal aumentando la fermentación del mismo (Edelman 1994, Woodford et al., citados por Hutjens 1998b,

Bargo et al. 2002, Simeone y Beretta 2006) y por otro la mejora del ambiente ruminal como consecuencia de la fibra *per se* (Erdman 1988, Weiss 1993) y la mayor cantidad de saliva que llega al rumen debido al aumento de la masticación que esta provoca (Grant et al. 1990, Gallardo 1999).

No obstante, cuando el heno fue suministrado sin restricción las ganancias diarias disminuyeron, posiblemente como consecuencia de una dilución de la concentración energética de la dieta que no compensó un potencial efecto benéfico de un incremento en la fibra efectiva.

4.5.1 Eficiencia de conversión

En el Cuadro 18 se presentan los valores de eficiencia de conversión de la dieta calculada para cada tratamiento expresada como los kgMS de alimento necesarios para que el animal gane un kg de peso vivo adicional.

Cuadro 18. Eficiencia de conversión de forraje (EC) de la dieta y de los suplementos para los distintos tratamientos.

	Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
EC Dieta	8,6:1	8,4:1	9,7:1	9,4:1
EC Heno	---	8,3:1	-10,8:1	---
EC Suplemento	---	---	---	16,7:1

La mayor eficiencia de conversión de forraje del tratamiento de heno restringido respecto al testigo y el de heno *ad libitum* estaría confirmando lo dicho en el punto anterior acerca de que un aporte adicional de fibra a la dieta mejoraría la utilización del forraje consumido.

Según Simeone et al. (2003), la eficiencia de conversión de grano para pasturas de alta calidad con una asignación de forraje de 5% durante otoño-invierno estaría en el entorno de 7:1. Los valores obtenidos se encuentran por encima de los mencionados anteriormente, siendo necesarios 10 kg más de grano para obtener un kg extra de peso. Una de las posibles causas que explicaría esta diferencia es la alta ganancia de peso que presenta el tratamiento testigo.

La eficiencia de conversión del heno es aproximadamente el doble que la del grano, esto se debe a que el consumo de este suplemento (0,21% PV) es aproximadamente cuatro veces menor que el consumo de grano (0,9% PV) y las ganancias registradas no difieren significativamente, como se vio anteriormente.

4.6 CALIDAD DE CANAL

4.6.1 Peso vivo en planta, peso de media res y rendimiento

En el Cuadro 19 se presenta la información referente a los pesos de entrada a planta y los pesos de la media res para cada tratamiento, cuantificando las pérdidas a lo largo de la cadena medida a través del rendimiento.

Cuadro 19. Características asociadas al peso en frigorífico y rendimiento cárnico para los diferentes tratamientos.

	Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
PV a al faena (kg)	424,8 ab	433,2 a	418,4 b	437,3 a
Peso canal caliente (kg)	112,8 b	115,2 ab	111,9 b	118,3 a
Rendimiento (%)	52,9	53,2	53,4	54,2

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente (P<0,05)

Existen diferencias significativas en el peso vivo entre tratamientos al final del periodo experimental ($P=0,0463$), observándose el máximo valor para el tratamiento suplementado con grano y el mínimo valor para el tratamiento suplementado con heno *ad libitum*, con una diferencia de 18,9 kg (Anexo 4o). Las diferencias en peso final reflejan las diferencias en ganancia diaria.

Para peso de canal caliente se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P=0,0162$), encontrándose el mayor valor para el tratamiento suplementado con grano (Anexo 4p).

Si bien el rendimiento no difirió estadísticamente entre los tratamientos ($P=0,7226$), los animales suplementados con grano obtuvieron un punto porcentual por encima del resto de los tratamientos (Anexo 4q). Esto concuerda con lo presentado por Di Marco (1998), Rearte (1999b), quienes mencionan que en novillos pastoreando raigrás y suplementados con grano se aumenta el rendimiento.

La bibliografía afirma que animales suplementados con fibra suelen presentar un menor rendimiento debido al mayor peso de los contenidos ruminales y un mayor tamaño del tracto digestivo (Elizalde, 1999); en este caso no se presentó dicha tendencia.

4.6.2 Grasa subcutánea

El espesor de grasa tanto para la medida tomada en $\frac{1}{2}$ como para la tomada en $\frac{3}{4}$ estuvo afectado por los tratamientos, como se puede apreciar en el Cuadro 20 ($P=0,0093$ y $P=0,0082$ respectivamente), presentando los novillos suplementados con grano un mayor espesor de grasa que los restantes tratamientos, los cuales no difirieron entre si (Anexos 4r y 4s).

Cuadro 20. Espesor de grasa subcutánea en dos puntos del *Longissimus dorsi*.

	Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
EG ½ (mm)	5,3 b	6,9 b	6,4 b	10,2 a
EG ¾ (mm)	3,5 b	4,4 b	4,6 b	8 a

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Los animales suplementados con grano obtuvieron el mayor grado de engrasamiento, esto era de esperar ya que este tratamiento fue el que mayores ganancias de peso tuvo. Al aumentar la velocidad de crecimiento (ganancia diaria) se incrementa la deposición de tejido adiposo (Sully y Morgan, 1978).

Los animales que consumieron solo forraje tuvieron una tendencia a presentar carcasas más magras, al igual que los suplementados con heno, independientemente del nivel ofrecido.

El grado de engrasamiento que presentan los animales cuando entran a planta es un indicador del grado de terminación (Yeates, 1967), por lo tanto se puede decir que los animales suplementados con grano al 1% PV tuvieron una mejor terminación que los demás tratamientos, ya que presentan carcasas con mayor cantidad de grasa subcutánea.

4.7 CALIDAD DE CARNE

En el cuadro 21 se presentan los parámetros que definen la calidad de la carne desde el punto de vista instrumental.

Cuadro 21. Variables asociadas a calidad de carne.

	Testigo	Heno 0,25%	Heno <i>ad libitum</i>	Grano 1%
pH (24 hs)	5,54	5,49	5,42	5,65
Terneza (kg/cm²)	4,19	4,55	4,02	4,01
Color del músculo (24 hs)				
L	39,4	38,8	39,9	39,9
A	14,1	13	13,8	15,3
B	13,3	12,7	13,7	13,6
Color del músculo (48 hs)				
L	41	39,6	40,8	41,1
A	18	16,3	16,8	17,9
B	15,6 a	14,4 b	15 ab	15,4 a
Color de la grasa (24 hs)				
L	62,6	61,5	62,6	62,7
A	9,9	9,9	9,2	9,1
B	27,9	27,9	28,5	28

Medias seguidas por diferentes letras en la fila difieren estadísticamente (P<0,05)

No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos para pH (P=0,3900) (Anexo 4t), terneza (P=0,5175) (Anexo 4x), color de grasa a 24 hs (Anexo 4u) (P=0,6713 para L), (P=0,5280 para A) y (P=0,9060 para B), color de músculo a 24 hs (Anexo 4v) (P=0,2537 para L), (P=0,4759 para A) y (P=0,4297 para B). Para color de músculo a 48 hs (Anexo 4w) no se encontraron diferencias para los parámetros L (P=0,1621) ni para el A (P=0,2549) pero sí se encontraron diferencias significativas para el parámetro B (P=0,0444). A su vez, al observar la evolución del

color entre las dos mediciones se observa una tendencia al aumento en todos los parámetros.

Todos los valores de pH se encuentran dentro del rango aceptable, lo que comprueba que los niveles de energía de las dietas permitieron un adecuado descenso del mismo. La carne de los diferentes tratamientos presentó una muy buena calidad en cuanto a terneza, en parte determinada por el pH, ya que valores del mismo inferiores a 5,8 incrementarían la terneza de la carne.

4.8 DISCUSIÓN GENERAL

En el año evaluado, la problemática característica de este tipo de pasturas en el período otoño-invernal que cita la bibliografía (Elizalde y Santini 1994, Gallardo 1999, Rearte 1999a, Baeck 2000), no se presentó evidenciado en la composición química que presentó el forraje (alto contenido de MS, bajo contenido de Proteína y alto contenido de fibra), sumado a que la disponibilidad de forraje tampoco fue limitante para lograr consumos elevados. Esto se tradujo en una alta performance del testigo.

Cuando se suministró heno *ad libitum* los novillos disminuyeron su performance con respecto a los no suplementados. A su vez la suplementación con grano de sorgo mostró ser una alternativa que mejora las ganancias de peso vivo en esta estación, a pesar de que en este caso presentó una baja eficiencia de conversión a causa del buen desempeño del tratamiento testigo.

La suplementación con fibra de forma restringida tuvo una respuesta similar a la observada en los animales suplementados con grano (testigo de alta performance). Si bien este manejo podría plantearse como una alternativa de menor costo que el testigo de alta performance, podría presentar limitantes a la hora de llevarlo a la práctica. Dichas

limitantes estarían dadas por la dificultad que puede acarrear el manejo en forma controlada de este tipo de voluminosos a gran escala, de forma tal que todos los animales consuman la cantidad necesaria.

Los tratamientos suplementados presentaron mayores consumos de materia seca totales que el tratamiento testigo, observándose el mayor consumo de forraje en este último. Esto denota que existió una sustitución de forraje por suplemento siendo la mayor tasa la del tratamiento suplementado con heno *ad libitum*.

En lo referido a calidad de carne, todos los tratamientos tuvieron un buen desempeño para las características evaluadas sin presentar diferencias entre los mismos. Esto denota una buena combinación de factores productivos (raza, edad, alimentación, etc.) y principalmente un buen manejo en la planta frigorífica pre y post-faena. Una posible razón por la que no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a calidad de carne podría ser el corto período en el que se brindó la alimentación diferencial (2 meses). Si se encontraron diferencias en lo referente a calidad de la canal en los factores peso de canal caliente y espesor de grasa, siendo el tratamiento suplementado con grano de sorgo el que presentó los mayores valores para ambas características.

En cuanto a las ganancias diarias como se esperaba en las hipótesis, el tratamiento con grano no presentó diferencias significativas con el tratamiento con heno restringido, sin embargo el tratamiento de heno *ad libitum* si presentó menores ganancias debido a la alta sustitución de forraje por un suplemento de menor calidad.

La suplementación con heno restringido mostró ser una buena alternativa aumentando el consumo total de materia seca y la eficiencia de conversión de la misma con respecto al testigo. De todas formas sería conveniente volver a realizar este

experimento otro año en el cual se den las problemáticas mencionadas anteriormente, para observar la respuesta de este tratamiento frente a la misma.

5 CONCLUSIONES

- La suplementación con grano de sorgo (1%PV) mejora la ganancia media diaria de novillos pastoreando raigrás durante el otoño-invierno con una AF de 5% con respecto al testigo.
- El efecto del suministro de una fuente adicional de fibra a través de la suplementación con heno es dependiente del nivel de inclusión utilizado.
- La adición de una fuente adicional de fibra, aún cuando incorporada a niveles restringidos, no tiene un efecto benéfico sobre la performance animal.
- La suplementación aumentó el consumo de materia seca total.
- Un aporte restringido de fibra mejora la eficiencia de conversión de la dieta.
- La suplementación con grano de sorgo mejora las características de la canal en cuanto a (peso de canal caliente, espesor de grasa y peso vivo a la faena).

6 RESUMEN

En los sistemas de producción de carne bovina sobre pasturas de buena calidad en Uruguay, suelen registrarse bajas ganancias de peso en el período otoño-invernal, no como consecuencia de una oferta reducida de forraje, sino debido a las características particulares que presentan dichas pasturas, entre ellas bajos niveles de fibra y un desbalance energía/proteína. Se ha probado que la suplementación con grano levanta estas limitantes, mejorando la performance de los animales significativamente. En este trabajo se evaluó el potencial de uso de forraje conservado como fuente adicional de fibra para novillos sobre pasturas de alta calidad durante el período problema y su efecto sobre tasa de ganancia, características de la canal y calidad de carne. Para evaluar las características mencionadas se utilizaron 36 novillos Hereford de entre 18 y 24 meses con un peso promedio de 368 Kg. pastoreando raigrás (*Lolium multiflorum*) con una asignación de forraje de 5% PV. El experimento constó de 4 tratamientos con 3 repeticiones. Estos fueron: un testigo sin suplementar (T), otro suplementado con grano de sorgo molido (SG) tomado como testigo de alta performance y dos tratamientos suplementados con heno de moha (*Setaria italica*), uno *ad libitum* (HA) y otro restringido al 0,25% PV (HR). Las ganancias diarias promedio obtenidas fueron: 1,276 Kg/a para el T, 1,379 Kg/a para HR, 1,175 Kg/a para HR y 1,499 Kg/a para SG. La suplementación con grano presentó un efecto significativo frente al testigo y el HA, pero no sobre HR. A su vez, la suplementación con heno restringido mostró diferencias significativas respecto al tratamiento suplementado con heno *ad libitum*. En cuanto a las características de la canal, únicamente se observó un efecto significativo del tratamiento suplementado con grano de sorgo sobre el espesor de grasa subcutánea. No existieron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a calidad de carne. Estos resultados sugieren que la suplementación con niveles restringidos de fibra podrían lograr performances similares a las logradas con la suplementación con grano, mientras

que el suministro de dicha fibra *ad libitum* no presentaría mejoras en las ganancias respecto al testigo.

Palabras clave: Novillos; Verdeos; Invernada; Otoño; Fibra.

7 SUMMARY

In the beef cattle producing systems of high quality pastures in Uruguay, the winter-fall weight losses are not a result of unavailable forage. Rather it is the particular characteristics of these pastures, namely the low fiber levels and an unbalance of energy and protein. It has been proven that supplementing the cattle's diets with grain alleviates the impacts of these problems, and significantly improves the performance of the animals. In this study, the potential use of hay an additional fiber source for heifers on high quality pastures during the problematic period was evaluated, as well as the impacts on the rate of weight gain and the characteristics of the carcass and meat quality. In order to evaluate the aforementioned characteristics, the study used 36 Hereford heifers between the ages of 18 and 24 months with an average weight of 368 kg. The heifers diet consisted of pastures grazing (*Lolium multiflorum*) with a designated forage of 5% PV. The experiment consisted of four treatments with three as repetitions as follows: 1) a control group without supplement (T), 2) a grain supplemented group on ground sorghum (SG) taken as the high performance control with two treatments supplemented with hay (*Setaria italica*), 3) a *ad libitum* group (HA) and 4) a group restricted to 0,25% PV (HR). The average daily weight gains were 1,276 kg/a for T, 1,379 kg/a for HR, 1,175 kg/a for HA and 1,499 kg /a for SG. The grain supplementing resulted to the control group and HA, but not with HR. At the same time, the hay restricted (HR) group demonstrated a significant difference when compared to the *ad libitum* treatment group supplemented with hay. As far as the characteristics of carcass are concerned, the only significant differences in the meat quality. These results suggest that supplementing heifers with restricted levels of fiber could achieve similar results to those achieved through grain supplementation, while *ad libitum* presents no major gains with respect to the control.

Key words: Heifers; Wintering pastures; Autumn; Fiber.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. AELLO, M.S.; GOMEZ, P.O. 1984. Comportamiento animal en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 4: 533-546.
2. ALLEN, M.S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. Journal of Dairy Science. 80: 1447-1462.
3. AMIGONE, M. 2003. Verdeos de Invierno. Sugerencias para la correcta elección de cultivares, implantación y aprovechamiento. (en línea). Marcos Juárez, INTA. Consultado 23 abr. 2007. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/verdeos/Verdeos04.htm>
4. ARNOLD, G.W. 1962. The influence of several factors in determining the grazing behaviour of Border Leicester-Merino sheep. Journal of the British Grassland Society. 17: 41-51.
5. _____; DUDZINSKI, M.L. 1966. The behavioural responses controlling the food intake of grazing sheeps. In: International Grassland Congress (10th., 1966, Helsinki). Paper. Helsinki, s.e. pp. 367-370.
6. AUSTRALIAN FEEDING STANDARD (AFS). 1994. Prediction of feed intake. s.l. pp. 209 – 225.
7. BAECK, J.M. 2000. Ganancias de peso otoñales; ¿un problema de la pampa húmeda solamente?. Oeste Ganadero. 2(7): 2-11.
8. BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E.; CASSIDY, T.W. 2002. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. Journal of Dairy Science. 85:2948-2963.

9. BASURTO, V. 1999. Rentabilidad de la ganadería en México. s.l., Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca. s.p.
10. BEEVER, D.E.; SIDONS, R.C. 1986. Digestion and metabolism in the ruminant. In: Milligan, L.P.; Grovum, W.R. eds. Control of digestion end metabolism in ruminants. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall. pp. 479-497.
11. BELYEA, R.L.; STEEVENS, B.J.; RESTREPO, R.J.; CLUBB, A.P. 1989. Variation in composition of by-products feeds. *Journal of Dairy Science*. 72: 2339-2345.
12. BENNETT, W.; TUCKER, B. 1986. Producción moderna de sorgo granífero. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 127 p.
13. BERETTA, V.; SIMEONE, A.; BIDEGAIN, I.; GARCÍA PINTOS, G.; MAISSONAVE, F.; TRAJTENBERG, G. 2006. Efecto del nivel de inclusión de heno de moha sobre la performance de novillos pastoreando raigras. In: Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal (2006). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
14. BOWMAN, J.G.P.; SANSON, D.W. 1996. Starch or fiber based energy supplements of grazing ruminants. *American Society of Animal Science*. 47 (suppl. 1): 118-135.
15. BROSTER, J. 1960. Effect of rationing grass on the growth rate of dairy heifers and output per acre, with a note of its significance in experiment design. *Journal of Agricultural Science*. 60: 371-379.
16. BRUINENBERG, M.H.; VALK, H.; KOREVAAR, H.; STRUIK, P.C. 2000. Factors affecting digestibility of temperate forages from semi natural grasslands; a review. *Grass and Forage Science*. 57: 292-301.

17. CARÁMBULA, M. 1999. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, pp. 87- 91.
18. CHACON, E.A.; STOBBS, T.H.; DALE, M.B. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. Australian Journal of Agricultural Research. 29: 89-102.
19. DALLEY, D.E.; ROCHE, J.R.; GRAINGER, C.; MOATE, P.J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pastures at different herbage allowances in spring. Australian Journal of Experimental Agricultural. 39:923-931.
20. DIXON R.M.; STOCKDALE C.R. 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilisation. Australian Journal of Agricultural Research. 50(5): 757 – 774.
21. DONALDSON, R.S.; MC CANN, M.A.; AMOS, H.E.; HOVELAND, C.S. 1991. Protein and fibre digestion by steers grazing winter annuals and supplemented with ruminal escape protein. Journal of Animal Science. 69: 3067-3071.
22. EDELMAN, Z.M. 1994. Avances en la alimentación con fibra. In: Congreso Panamericano de la Leche (5to., 1994, Medellín). Memorias. Medellín, Marín Vico. pp. 11-33.
23. ELIZALDE, J.C.; SANTINI, F.J. 1992a. Digestión de forraje fresco de avena. I. Materia orgánica y síntesis proteica ruminal. Revista Argentina de Producción Animal. 12 (1): 17.
24. _____.; _____.; PASINATO, A.M. 1992b. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño-invierno. INTA EEA Balcarce. Boletín técnico no. 104. 27 p.

25. _____.; _____. 1993. Utilización de granos en la alimentación de rumiantes. *Revista Argentina de Producción Animal*. 13 (1): 39-60.
26. _____.; _____. 1994. Corrección de problemas nutricionales de otoño. INTA EEA Balcarce. Cuaderno de Actualización Técnica. no. 53: 34-44.
27. _____.; _____.; PASINATO, A.M. 1996. The effect of stage of harvest on the process of digestion in cattle fed winter oat indoor, II Nitrogen digestion and microbial protein synthesis. *Animal Feed Science Technology*. 63: 245:255.
28. _____.; MERCHEN, M.R.; FAULKNER, D.B. 1998. Effects of species and stages of maturity of fresh forage on in situ dry matter and crude protein degradation. (en línea). s.n.t. Consultado 3 abr. 2007. Disponible en <http://www.livestocktrail.uiuc.edu/beefnet/paperDisplay.cfm?ContentID=455>
29. _____. 1999. Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. *In: Congreso Nacional para Productores y Profesionales (2o., 1999, Palermo). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. pp. 67-93.*
30. _____. 2001. Suplementación con grano en la producción de carne en pastoreo. *In: Curso de Suplementación y Engorde a Corral Integrados a Sistemas Pastoriles (2001, Balcarce). Textos. Balcarce, INTA. p. 101.*
31. _____. 2003. Limitaciones nutricionales en la utilización de verdeos en vacunos. Invierno al verdeo. *In: Jornada Demostrativa INTA General Villegas (2003). Memorias. General Villegas, INTA. pp. 16 – 21.*
32. ENGELHARDT, W.V.; HINDERER, S.; WIPPER, E. 1978. Factors influencing the endogenous urea-N secretion and utilization in the gastrointestinal tract. *American Journal of Physiology*. 220:162.

33. ERDMAN, R.A. 1988. Dietary buffering requirements of lactating dairy cows. A review. *Journal of Dairy Science*. 71: 3246.
34. ERLINGER, L.L.; TOLLESON, D.R.; BROWN, C.J. 1990. Comparison of bite size, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. *Journal of Animal Science*. 68:3578.
35. FORMOSO, F. 2005. Eficiencia de la producción y utilización de forraje en otoño e invierno. In: Jornada de Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 60-67 (Actividades de Difusión no. 406).
36. FRENCH, P.; O'RIORDAN E.G.; O'KIELY, P.; CAFFREY, P.J.; MOLONEY, A.P. 2001. Effects of concentrate level and grazing system on the performance of beef cattle grazing autumn herbage. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 40: 33-44.
37. GAGLIOSTRO, G.A. 1996. Suplementación de la vaca lechera con nutrientes resistentes a la degradación ruminal (nutrientes by-pass). In: Curso Internacional de Producción Lechera (1996, Centro Regional Santa Fe). Libros. Rafaela, EEA INTA. t.1. s.p.
38. GALLARDO, M. 1999. Alimentación. Importancia de la fibra en otoño. *Revista Chacra* no. 821. Suplemento Especial Tambo. no. 2: 10-14.
39. _____; CASTILLO, A. 2000. Alimentación otoñal en el tambo. Cómo lograr una mayor eficiencia. *Producir XXI*. 9(101): s.p.
40. GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; FERNÁNDEZ, H.H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16(2): 119-42.

41. GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.F.; CULIOLI, J. 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial of meat. *Reproduction and Nutrition Developments*. 41.1-26
42. GIPROCAR. 2002. Resultados de una invernada intensiva. In: Jornada Anual de Presentación de Resultados GIPROCAR (1a., 2002, Mercedes). Memorias. Mercedes, FUCREA. s.p.
43. GRANT, R.; COLENBRANDER, V.F.; MERTENS, D.R. 1990. Milk fat depression in dairy cows; role of particle size of alfalfa hay. *Journal of Dairy Science*. 73: 1823-1833.
44. HAMMOND, J. 1932. Growth and development of mutton qualities in sheep. London, UK, Oliver and Boyd. s.p.
45. HEINRICH, J.A. 1997. Using feed particle size in ration formulation. In: Tri-State Dairy Nutrition Conference (1997, Alabama). *Memories*. s.n.t. pp. 137-143.
46. HERD, D. 1998. Development of the winter of the winter nutrition program for beef cattle. In: Beef Cattle Shortcourse (1998, Dallas) Proceedings. Dallas, Texas Agricultural Extensión Service. pp 141-147.
47. HODGSON, J. 1990 *Grazing management; science into practice*. New York, Longman. 203 p.
48. _____; BROOKES, I.M. 1999. Nutrition of grazing animals. In: *Pasture and crop science*. s.n.t. pp. 117.
49. HORN, G.W.; MC COLLUM, F.T. 1987. Energy supplementation of grazing ruminant. In: *Nutrition Conference (1987, Wellington)*. Proceeding grazing livestock. s.n.t. s.p.

50. HOOVER, W.H. 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*. 69: 2755-2766.
51. HUERTA LEIDENZ, N. 2002. Caracterización de ganado y carne bovina como base científica de la clasificación de canales en el trópico americano. *In: Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal* (11o., 2002, Valera). Memorias. Trujillo, s.e. s.p.
52. HULL, J.L.; MEYER, J.H.; KROMANN, R. 1961. Influence of stocking rate on animal and forage production from irrigated pastures. *Journal of Animal Science*. 20: 42-52.
53. HUTJENS, M.F. 1998a. Evaluating effective fibre. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 10 abr. 2007. Disponible en <http://www.dairynet.com>
54. _____. 1998b. Rumen acidosis. (en línea). Springfield, University of Illinois. Illinois Dairynet Papers. s.p. Consultado 25 abr. 2007. Disponible en <http://www.livestocktrail.uiuc.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?ContentID=215>
55. IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M.; HISSA, K.; PUOLANNE, E. 2000. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Science*. 55 (25-31).
56. JAMIESON, W.S; HODGSON, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the upon the ingestive behaviour and intake of calves under strip grazing management. *Grass and Forage Science*. 34: 261-271.
57. JORNADA ANUAL DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS GIPROCAR (1a., 2002, Mercedes) 2002. Resultados de una invernada intensiva. Mercedes, FUCREA. s.p.

58. KAUFMANN, W. 1976. Fisiología digestiva del ganado vacuno. Zaragoza, Acribia. s.p.
59. LANGE, A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carne. 2ª.ed. Buenos Aires, AACREA. 74 p.
60. LEAVER, J.D. 1985. Milk production from grazed temperate grasslands. Journal of Dairy Research. 52: 313-344.
61. LIPPKE, H.; FORBES, T.D.A.; SODERSTROM, P.G.; BAXTER, S.R.; HENSARLING, C.M.; SIECKENIUS, S.S. 1999. Ryegrass intake and ruminal characteristics related to gain in yearling steers. In: International Symposium on the Nutrition of Herbivores (5th, 1999, Texas). Proceedings. Texas, Agencia Experimental Santa Uvalde. s.p.
62. MÉNDEZ, D.; DAVIES, P. 2002. Suplementación otoñal. Revista IDIA XXI. 3: 35-40.
63. _____; _____. 2003. Calidad de forraje y bajas ganancias de peso otoñales. (en línea). General Villegas, INTA. Consultado 3 abr. 2007. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/Villegas/info/publi-pdf/Calidad%20de%20forraje.pdf>
64. MERTENS, D.R. 1997a. Creating a system for meeting the fibre requirements of dairy cows. Journal of Dairy Science. 80: 1463-1481.
65. _____. 1997b. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. Montevideo, INIA. pp. 11-16. (Serie Técnica no. 83).
66. MOLITERNO, E. A. 1986. Medición de pasturas. Paysandú, Facultad de Agonomía. 5 p.

67. MOORE, K.J.; HATFIELD, R.D. 1994. Carbohydrates and forage quality. In: Fahey, G.C.; Collins, M.C.; Mertens, D.R.; Moser, L.E. eds. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, WI, American Society of Agronomy. pp. 229–280.
68. MOURIÑO, F.; AKKARAWONGSA, R.; WEIMERT, P.J. 2001. Initial pH as a determinant of cellulose digestion rate by mixed ruminal microorganisms in vitro. *Journal of Dairy Science*. 84: 848–859.
69. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1996. Nutrient requirements for beef cattle. 7th. rev. ed. Washington, D.C., National Academy Press. pp. 35-47
70. ØRSKOV, E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *Journal of Animal Science*. 3:1624- 1633.
71. _____.1988. Nutrición proteica de los rumiantes. Zaragoza, Acribia. s.p.
72. O’SULLIVAN, A.; GALVIN, K.; MOLONEY, A.P.; TROY, D.J.; O’SULLIVAN, K.; KERRY, J.P. 2003. Effect of pre-slaughter rations of forage and/or concentrates on the compositions and quality of retail packaged beef. *Meat Science*. 63: 279-286.
73. PEYRAUD, J.L.; COMERÓN, E.A.; WADE M.H.; LEMAIRE G. 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Animal Zootechnic*. 45:201-217.
74. PHILLIPS, W.A.; HORN, G.W.; SMITH, M.E. 1995. Effect of protein supplementation of forage intake and nitrogen balance of lambs fed freshly harvested weath forage. *Journal of Animal Science*. 73: 2687-2693.
75. POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L’HUILIER, P.J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. In: Nicol, A. ed. *Livestock feeding on pasture*. Hamilton, New

Zealand Society of Animal Production. Ruakura Agricultural Center. p. 55
(Ocasional Publication no. 10).

76. PORDOMINGO, A. 1999. Cuando con pasto no alcanza. Suplementación sobre Verdeos de Invierno. 1(3):28-29.
77. PORTE, F.E.; MANSILLA, M.A.; MANTEROLA, B.H. 1996. Estudio de factores y funciones determinantes del consumo ad libitum de materia seca en bovinos Hereford. Avances en Producción Animal. 21(1-2): 143-154.
78. PRESTON T.R.; WILLIS, M.B. 1974. Producción Intensiva de carne. Mexico, Diana. 736 p.
79. PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. Animal Research. 50: 185-200.
80. REALINI, C.E.; DUCKETT, S.K.; BRITO, G.W.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. 2004. Effects of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. Meat Science. 66: 567-577.
81. REARTE, D.H.; SANTINI, F.J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 9: 93-106.
82. _____.1999a. Calidad de carne en los sistemas pastoriles de la región templada. Revista IDIA XXI. 4: 13-18.
83. _____.1999b. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. Balcarce, INTA. pp. 9-12.

84. _____.; PIERONI, G. A. 2001. Supplementation of temperate pastures. In: International Grassland Congress (19º, 2001, Balcarce). Memorias. Balcarce, INTA. pp. 679-689.
85. REAVDON, T. F. 1977. Effect of herbage per unit area and herbage allowance on dry matter intake by steers. Proceeding of the New Zeland Society of Animal Production. 37: 58-61.
86. ROMNEY, D.L.; GILL, M. 2000. Intake of forages. In: Givens, D.I.; Owen, E.; Axford, R.F.E.; Omed, H.M. eds. Forage evaluation in ruminant nutrition. s.l., CABI. pp. 43-62.
87. SANTINI, F.; REARTE, D.H. 1997. Estrategia de suplementación en invernada. Montevideo, INIA. pp 37 - 46. (Serie Técnica no. 83).
88. _____.; REARTE, D.; GRIGERA, J.M. 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. (en línea). In: Jornada de Actualización Ganadera (1a., 2003, Balcarce). Memorias. Balcarce, INTA. Consultado 10 abr. 2007. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/41-calidad_carne.htm
89. _____.; DEPETRIS, G.S.F. 2005. Calidad de carne asociada al sistema de producción. (en línea). In: Jornadas Internacionales en Carnes Vacunas (2005, Mar del Plata). Memorias. Balcarce, INTA. pp. 1-8. Consultado 20 abr. 2007. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/carne/calidad%20de%20carne.pdf>
90. SCHWARTZ, H.M.; GILCHRIST, F.M.C. 1975. Microbial interactions with the diet and the host animal. In: Mcdonald, I.W.; Warner, A.C. eds. Digestion and

metabolism in the ruminant. Armidale, University of New England Publishing Unit. pp. 165-180.

91. SIMEONE, A.; BERETTA, V.; ROWE, J.; NOLAN, J.; ELIZALDE J.C.; 2002. Getting cattle to grow master on lush autumn pastures. *Animal Production Australia*. 24: 213-216.
92. _____.; _____. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado? *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía.* pp. 10-17.
93. _____.; _____. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos al sistema ganadero. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2005, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía.* pp. 8-30.
94. _____.; BERETTA, V. 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 (2006, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía.* pp. 9 – 30.
95. SOLFANELLI, P. 1999. Consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). *Revista de la Sociedad Rural de Jesús María (Córdoba)*. no. 114: s.p. Consultado 4 may. 2007. Disponible en http://produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/24-consumo_bovinos_en_pastoreo.htm
96. STOCKDALE, C.R.; KING, K.R. 1983. Effect of stocking rate on the grazing behaviour and faecal output of lactating dairy cows. *Grass Forage Science*. 38: 215-218.

97. THOMPSON, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science*. 62: 295-308.
98. THORNTON, R.F.; MINSON D.J. 1972. The relationship between voluntary intake and mean apparent retention time in the rumen. *Australian Journal of Agricultural Research*. 23: 871.
99. USTARROZ, E.; DE LEÓN, M. 2004. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. INTA Manfredi. Informe técnico no. 7. 19 p.
100. VAN HORN, H.H. 1996. Ration formulation; some risk/benefit decisions to think about. (en línea). Orlando, University of Florida. Dairy and Poultry Science Department. Consultado 25 mar. 2007 Disponible en <http://www.dasc.vt.edu/extension/nutritioncc/9690.html>
101. VAN VUUREN, A.M.; VAN DER KOELEN, C.J.; VROONS DE BRUIN, J. 1986. Influence of the level and composition supplements on rumen fermentation patterns of grazing cows. *Netherlands Journal of Agricultural Research*. 34: 457.
102. VAZ MARTINS, D.; CRESPI, R.; OLIVERA, L. 2003. Avances sobre el engorde de novillos en forma intensiva. Montevideo, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 135).
103. _____; MESSA, A. 2007. Las bajas ganancias otoñales en bovinos, un fenómeno multicausal. *Revista INIA*. no. 10: 2 – 5.
104. VERITÉ, R. ; JOURNET, M. 1970. Influence de la teneur en eau et de la déshydratation del'herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitières. *Animal Zootechnic*. 10: 269-277.
105. WEBB, E.C. 2004. Manipulating beef quality through feeding. In: AFMA Forum (2004, University of Pretoria). Recent developments in animal feeds and feeding. s.l., Departament of Animal and Wildlife Sciences. pp. 1-24.

106. WEISS, W.P. 1993. Fiber requirements of dairy cattle; emphasis NDF. Ohio, Department of Dairy Science. pp 63-76.
107. ZANONIANI, R.A. ; DUCAMP, F. 2000. Consideraciones a tener en cuenta en la elección de verdeos de invierno. Nota técnica. Cangüé no. 18: 22-26.

9 ANEXOS

Anexo 1: Datos climáticos.

Promedio de precipitaciones, temperatura media, mínima y máxima durante el período experimental para una serie de 5 años (2001-2005).

	Mayo*	Junio	Julio	Agosto	Setiembre*
Lluvia (mm)	130,9	47,0	51,8	100,1	100,8
Temp mín (°C)	10,5	8,6	6,7	8,5	8,3
Temp med (°C)	15,1	13,0	11,6	13,8	13,8
Temp máx (°C)	20,4	18,5	17,0	19,7	19,4

*: faltan los registros del año 2004.

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología – Paysandú.

Precipitaciones, temperatura mínima, máxima y media registradas durante el período experimental.

	May-06	Jun-06	Jul-06	Ago-06	Sep-06
Lluvia (mm)	10,5	164,8	30,4	23,3	36,9
Temp mín (°C)	6,8	8,8	10,0	5,7	7,6
Temp med (°C)	12,9	13,3	14,7	11,6	14,3
temp máx (°C)	19,3	18,5	20,2	17,6	21,3

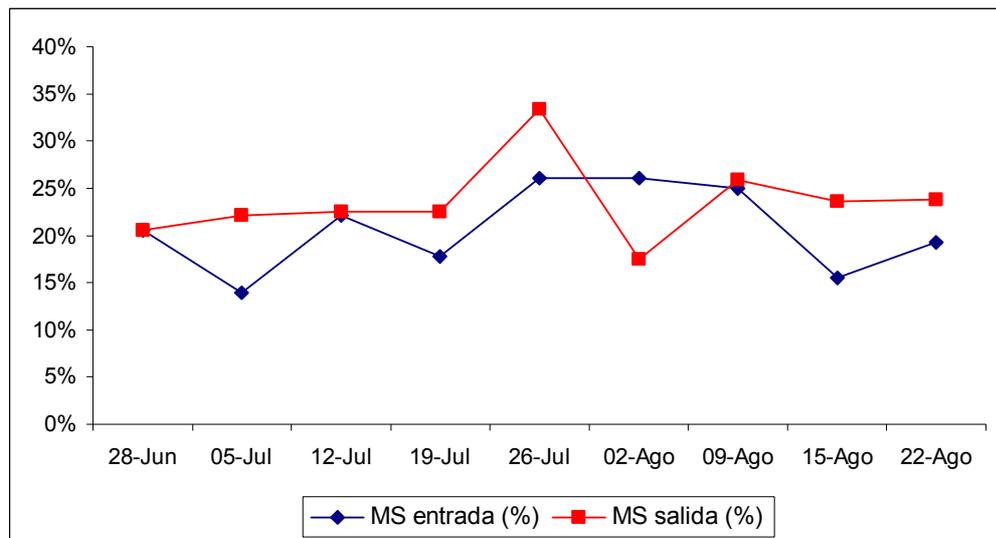
Fuente: Dirección Nacional de Meteorología – Paysandú.

Anexo 2: Kilogramos de materia seca por cada centímetro de altura de forraje.

Tanto para el forraje disponible como para el rechazado se estimó que cada centímetro de altura de la pastura equivale a 135 kgMS/ha.

Anexo 3: Evolución de la materia seca.

Variación en el contenido de materia seca del forraje ofrecido y rechazado a lo largo del periodo experimental.



Anexo 4: Análisis estadístico.

a) Disponibilidad

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	1.31	0.2523

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
TRAT	3	8	0.35	0.7915
SEMana	8	64	48.72	<.0001
TRAT*SEMana	24	64	2.54	0.0016

b) Rechazo

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.53	0.4685

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	4.75	0.0347
SEMana	8	64	32.37	<.0001
TRAT*SEMana	24	64	2.42	0.0026

c) Utilización

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	3.79	0.0516

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	2.00	0.1933
SEMana	8	64	34.84	<.0001
TRAT*SEMana	24	64	2.81	0.0005

d) Altura de entrada

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	0.20	0.8944
SEMana	3	24	17.34	<.0001
TRAT*SEMana	9	24	0.65	0.7429

e) Altura de salida

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	3	8	0.62	0.6214
SEMana	3	24	7.61	0.0010
TRAT*SEMana	9	24	1.27	0.3017

f) Consumo de materia seca de forraje

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	4.51	0.0337

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	2.42	0.1417
SEMana	8	64	19.34	<.0001
TRAT*SEMana	24	64	3.10	0.0002

g) Consumo de materia seca de heno

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.40	0.5290

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	1	4	100.45	0.0006
SEMana	8	32	26.62	<.0001
TRAT*SEMana	8	32	13.20	<.0001

h) Consumo de materia seca total

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	4.15	0.0417

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	4.27	0.0448
SEMana	8	64	20.00	<.0001
TRAT*SEMana	24	64	3.04	0.0002

i) Pastoreo total

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	4.63	0.0368
SEMANA	3	24	1.19	0.3350
TRAT*SEMANA	9	24	2.87	0.0189
DIA_DENTROSE (SEMANA)	8	88	6.84	<.0001

j) Rumia total

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	3.19	0.0843
SEMANA	3	24	3.77	0.0239
TRAT*SEMANA	9	24	1.12	0.3868
DIA_DENTROSE (SEMANA)	8	88	3.68	0.0010

k) Descanso total

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	3	8	5.21	0.0276
SEMANA	3	24	1.76	0.1809
TRAT*SEMANA	9	24	1.75	0.1325
DIA_DENTROSE (SEMANA)	8	88	6.86	<.0001

l) Visita a batea

PARMS Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.00	1.0000

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
TRAT	2	6	2.13	0.2001
SEMANA	3	18	3.87	0.0269
TRAT*SEMANA	6	18	1.55	0.2191
DIA_DENTROSE (SEMANA)	8	64	2.41	0.0245

m) Tasa de bocado promedio

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	0.52	0.4692

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	DF	DF	F Value	Pr >F
	DF	DF		
TRAT	3	8	5.60	0.0230
SEMANA	3	24	1.56	0.2247
TRAT*SEMANA	9	24	1.53	0.1934
DIA_DENTROSE (SEMANA)	8	88	8.45	<.0001

n) Ganancias diarias promedio

Null Model Likelihood Ratio Test		
DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
1	1.37	0.2414

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num		Den		Pr > F
	DF	DF	F Value	Pr > F	
TRAT	3	7	1.16	0.3912	
dias	1	104	2818.39	<.0001	
dias*TRAT	3	104	7.70	0.0001	
PVI	1	7	154.92	<.0001	

o) Peso vivo frigorífico

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	FValue	Pr>F
Model	4	1355.927397	338.981849	7.13	0.0130
Error	7	332.989269	47.569896		
Corrected Total	11	1688.916667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PVFRIG Mean
0.802839	1.609903	6.897093	428.4167

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
TRAT	3	642.6400186	214.2133395	4.50	0.0463
pvi	1	515.6773974	515.6773974	10.84	0.0133

p) Peso de canal caliente

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	180.4646055	45.1161514	12.92	0.0024
Error	7	24.4520612	3.4931516		
Corrected Total	11	204.9166667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PCC Mean
0.880673	1.631125	1.868997	114.5833

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
TRAT	3	73.61377211	24.53792404	7.02	0.0162
pvi	1	66.21460551	66.21460551	18.96	0.0033

q) Rendimiento

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	4.15681690	1.03920423	0.49	0.7423
Error	7	14.75984977	2.10854997		
Corrected Total	11	18.91666667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	REND Mean
0.219744	2.718411	1.452085	53.41667

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
TRAT	3	2.87287641	0.95762547	0.45	0.7226
pvi	1	0.57348357	0.57348357	0.27	0.6181

r) Espesor de grasa subcutánea ½

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	39.89369536	9.97342384	6.62	0.0158
Error	7	10.55117131	1.50731019		
Corrected Total	11	50.44486667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	EG 12 Mean
0.790838	16.99666	1.227726	7.223333

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	39.21047538	13.07015846	8.67	0.0093
pvi	1	0.03442869	0.03442869	0.02	0.8841

s) Espesor de grasa subcutánea ¾

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	34.05340220	8.51335055	6.86	0.0143
Error	7	8.68262280	1.24037469		
Corrected Total	11	42.73602500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	EG 34 Mean
0.796831	21.84838	1.113721	5.097500

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
TRAT	3	33.81085472	11.27028491	9.09	0.0082
pvi	1	0.19411054	0.19411054	0.16	0.7042

t) pH 24 horas

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	0.07694637	0.01923659	0.87	0.5258
Error	7	0.15447863	0.02206838		
Corrected Total	11	0.23142500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PH 24 Mean
0.332489	2.687549	0.148554	5.527500

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
TRAT	3	0.07684834	0.02561611	1.16	0.3900
pvi	1	0.00525471	0.00525471	0.24	0.6405

u) Color de grasa 24 horas

Parámetro L

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	4	5.40340187	1.35085047	0.97	0.4810
Error	7	9.76588979	1.39512711		
Corrected Total	11	15.16929167			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	L G Mean
0.356207	1.894572	1.181155	62.34417

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
TRAT	3	2.25061094	0.75020365	0.54	0.6713
pvi	1	4.98431021	4.98431021	3.57	0.1007

Parámetro A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.18309550	0.29577388	0.78	0.5737
Error	7	2.66397117	0.38056731		
Corrected Total	11	3.84706667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	A G Mean
0.307532	6.586136	0.616901	9.366667

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	0.92345599	0.30781866	0.81	0.5280
pvi	1	0.75722883	0.75722883	1.99	0.2012

Parámetro B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2.64939079	0.66234770	0.47	0.7599
Error	7	9.95403421	1.42200489		
Corrected Total	11	12.60342500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	B G Mean
0.210212	4.241054	1.192478	28.11750

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	0.77174425	0.25724808	0.18	0.9060
pvi	1	1.27036579	1.27036579	0.89	0.3760

v) Color de músculo 24 horas

Parámetro L

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	3.87374739	0.96843685	2.49	0.1375
Error	7	2.71734428	0.38819204		
Corrected Total	11	6.59109167			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	L_M Mean
0.587725	1.577976	0.623051	39.48417

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1.97728423	0.65909474	1.70	0.2537
pvi	1	2.74652239	2.74652239	7.08	0.0325

Parámetro A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	7.98246741	1.99561685	0.89	0.5164
Error	7	15.67639926	2.23948561		
Corrected Total	11	23.65886667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	A_M Mean
0.337399	10.66130	1.496491	14.03667

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	6.23207354	2.07735785	0.93	0.4759
pvi	1	4.79426741	4.79426741	2.14	0.1868

Parámetro B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.92978488	0.48244622	1.50	0.3000
Error	7	2.25368179	0.32195454		
Corrected Total	11	4.18346667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	B M Mean
0.461288	4.281265	0.567410	13.25333

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1.01046855	0.33682285	1.05	0.4297
pvi	1	1.58105155	1.58105155	4.91	0.0622

w) Color de músculo 48 horas

Parámetro L

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	5.23671042	1.30917760	3.09	0.0921
Error	7	2.96851458	0.42407351		
Corrected Total	11	8.20522500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Lm24 Mean
0.638217	1.602681	0.651209	40.63250

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	2.95016896	0.98338965	2.32	0.1621
pvi	1	4.71121875	4.71121875	11.11	0.0125

Parámetro A

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	6.29781351	1.57445338	1.68	0.2566
Error	7	6.54461149	0.93494450		
Corrected Total	11	12.84242500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Am24 Mean
0.490391	5.599683	0.966925	17.26750

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	4.74472424	1.58157475	1.69	0.2549
pvi	1	4.78072184	4.78072184	5.11	0.0582

Parámetro B

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	3.25716411	0.81429103	6.19	0.0188
Error	7	0.92130255	0.13161465		
Corrected Total	11	4.17846667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Bm24 Mean
0.779512	2.400446	0.362787	15.11333

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1.81244111	0.60414704	4.59	0.0444
pvi	1	3.06429745	3.06429745	23.28	0.0019

x) Terneza

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	4.68875726	1.17218932	6.44	0.0169
Error	7	1.27426774	0.18203825		
Corrected Total	11	5.96302500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TERN Mean
0.786305	10.16461	0.426659	4.197500

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	0.45415378	0.15138459	0.83	0.5175
pvi	1	1.99226560	1.99226560	10.94	0.0130