

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGETICA SOBRE LA
PERFORMANCE DE NOVILLOS MANEJADOS SOBRE UNA
MEZCLA DE RAIGRÁS PERENNE BAJO CUATRO PRESIONES
DE PASTOREO

por

Germán GARCIA LOPEZ
Lucia GARCIA PINTOS MARTINEZ HAEDO
Martín LOPEZ ORTIZ

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2008

Tesis aprobada por:

Director :

Ing.Agr. MSc. DSc. Virginia Beretta

.....

Ing.Agr. MSc. PhD. Álvaro Simeone

.....

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Fecha:

Autor:

Germán García López

.....

Lucia García Pintos Martínez Haedo

.....

Martín López Ortiz

AGRADECIMIENTOS

A los directores de tesis Ing. Agr. Álvaro Simeone (MSc, PhD) e Ing. Agr. Virginia Beretta (MSc, DSc) por darnos la posibilidad de realizar este trabajo de tesis y por el apoyo brindado durante la elaboración del mismo.

A Diego Cortazzo y a Gustavo Viera por su continua disponibilidad, siempre dispuestos a darnos una mano y respondiendo cada vez que los necesitamos. A Antonio Ustra por su colaboración en el trabajo práctico.

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano e Ing. Agr. Ramiro Zanoniani por el apoyo y colaboración durante la realización del presente trabajo.

Oscar Bentancur por asesoramiento y colaboración en la realización del análisis estadístico de los datos recabados.

Especialmente queremos agradecer a nuestras familias, amigos y novio por su apoyo y aliento constante.

Y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron para que nuestro trabajo saliera adelante.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	X
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1. INTRODUCCIÓN.....	4
2.2. FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....	8
2.2.1. <u>Valor nutritivo del forraje</u>	9
2.2.1.1. Valor nutritivo de la pastura.....	10
2.2.2. <u>Características del <i>lolium perenne</i> cv horizon</u>	27
2.2.3. <u>Composición botánica</u>	34
2.3. FACTORES DEL MANEJO QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....	35
2.3.1. <u>Presión de pastoreo</u>	35
2.3.1.1. Efecto de la presión de pastoreo en el consumo de forraje y su utilización.....	40
2.3.1.2. Efecto de la presión del pastoreo sobre el forraje residual y su relación con la ganancia animal.....	42
2.3.1.3. Efecto de la presión de pastoreo en la ganancia por animal y por unidad de área.....	44
2.3.2. <u>Sistemas de manejo del pastoreo</u>	45

2.4. SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS ENERGÉTICOS.....	47
2.4.1. <u>Conceptos generales</u>	47
2.4.2. <u>Efectos de la suplementación en el consumo</u>	51
2.4.2.1. Efecto de la calidad del forraje sobre la tasa de sustitución.....	52
2.4.2.2. Efecto de la cantidad del forraje sobre la tasa de sustitución.....	55
2.4.2.3. Efecto del nivel de suplementación sobre la tasa de sustitución.....	58
2.4.2.4. Eficiencia de utilización de los productos de la fermentación del suplemento.....	59
2.4.3. <u>Características del suplemento</u>	61
2.4.3.1. Características generales del grano de sorgo.....	61
2.4.3.2. Efecto del procesamiento.....	64
2.4.4. <u>Suplementación en pasturas desbalanceadas</u>	68
2.4.5. <u>Nivel de la suplementación</u>	71
2.4.6. <u>Efecto de la suplementación en la digestión</u>	74
2.5. COMPORTAMIENTO ANIMAL: EFECTOS SOBRE EL CONSUMO Y LA PRODUCCIÓN.....	78
2.5.1. <u>Aspectos sociales</u>	78
2.5.2. <u>Selectividad animal</u>	80
2.5.3. <u>Comportamiento ingestivo</u>	81
2.5.3.1. Patrón de consumo de animales en pastoreo.....	85
2.5.3.2. Tiempo de pastoreo.....	87

2.5.3.3. Tasa de consumo (tasa y peso de bocado).....	88
2.5.3.4. Influencia de la suplementación sobre el comportamiento ingestivo.....	89
2.6. FACTORES DEL AMBIENTE QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....	89
2.7. HIPÓTESIS.....	90
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	92
3.1. LOCALIZACIÓN Y PERIODO.....	92
3.2. CLIMA.....	92
3.3. SUELOS.....	93
3.4. ANIMALES.....	94
3.5. PASTURA Y SUPLEMENTO.....	95
3.6. TRATAMIENTOS.....	96
3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	99
3.7.1. <u>Período pre-experimental</u>	99
3.7.2. <u>Manejo de la pastura</u>	99
3.7.3. <u>Manejo de la suplementación</u>	100
3.7.4. <u>Manejo sanitario</u>	101
3.8. DETERMINACIONES REALIZADAS.....	101
3.8.1. <u>Animales</u>	101
3.8.1.1. Peso vivo.....	101
3.8.1.2. Consumo de concentrado.....	102
3.8.1.3. Consumo de forraje en pastoreo.....	102

3.8.1.4. Patrón de comportamiento ingestivo.....	103
3.8.2. <u>Pastura</u>	103
3.8.2.1. Disponibilidad y altura del forraje para ajuste de la asignación.....	103
3.8.2.2. Composición botánica del forraje ofrecido y residual..	104
3.9. VARIABLES CALCULADAS.....	105
3.9.1. <u>Ganancia media diaria</u>	105
3.9.2. <u>Eficiencia de conversión del suplemento</u>	105
3.9.3. <u>Tasa de sustitución de forraje</u>	105
3.9.4. <u>Respuesta a la suplementación</u>	105
3.9.5. <u>Producción de carne por unidad de área</u>	106
3.9.6. <u>Utilización del forraje</u>	106
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	106
3.10.1. <u>Ganancia diaria</u>	106
3.10.2. <u>Disponibilidad, rechazo, consumo y utilización</u>	108
3.10.3. <u>Actividad: rumia, descanso, pastoreo y consumo de grano (global y patrón de actividad)</u>	108
3.10.4. <u>Actividad: tasa de bocado</u>	109
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	111
4.1. PRECIPITACIONES Y TEMPERATURA.....	111
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA.....	112
4.2.1. <u>Disponibilidad de forraje por tratamiento</u>	112

4.2.2. <u>Rechazo de forraje</u>	116
4.2.3. <u>Calidad de forraje</u>	119
4.2.3.1. Composición botánica.....	119
4.2.3.2. Contenido de materia seca.....	120
4.2.4. <u>Utilización de forraje</u>	122
4.3. CONSUMO.....	124
4.3.1. <u>Consumo de suplemento</u>	124
4.3.2. <u>Consumo de forraje</u>	124
4.3.3. <u>Tasa de sustitución</u>	128
4.3.4. <u>Consumo de materia seca total</u>	131
4.4. RESPUESTA ANIMAL.....	133
4.4.1. <u>Ganancia media diaria</u>	133
4.4.2. <u>Comportamiento ingestivo</u>	137
4.4.2.1. Actividad del animal en pastoreo.....	137
4.4.3. <u>Evolución del comportamiento ingestivo durante el período experimental</u>	142
4.4.3.1. Patrón de pastoreo.....	144
4.4.4. <u>Patrón de comportamiento ingestivo</u>	146
4.4.5. <u>Tasa de bocado</u>	150
4.5. PRODUCCION DE CARNE POR HECTÁREA.....	154
4.6. DISCUSION GENERAL.....	158
5. <u>CONCLUSIONES</u>	164

6. <u>RESUMEN</u>	166
7. <u>SUMMARY</u>	167
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	168
9. <u>ANEXOS</u>	193

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Estacionalidad de la producción de carne en sistemas invernaderos. Empresas GIPROCAR 1997 - 2002.....	4
2. Porcentaje de materia seca para raigrás durante el periodo otoño-invierno.....	18
3. Carbohidratos solubles (CHS), proteína bruta (PB) y relación entre estos dos componentes del forraje producido en primavera (P) y otoño (O).....	22
4. Producción otoño-invernal de las pasturas evaluadas.....	32
5. Producción por corte y anual de forraje.....	34
6. Composición química de gramíneas (raigrás, cebadilla y pasto ovillo) y leguminosas (trébol blanco y alfalfa) (%MS).....	35
7. Performance de distintas categorías animales en diferentes condiciones de pastura, disponibilidad y asignación de forraje.....	38
8. Sistema ideal de pastoreo rotativo.....	44
9. Características de los diferentes granos.....	61
10.Composición promedio de los principales constituyentes.....	62
11.Digestibilidad del almidón de los granos de maíz y sorgo con diferentes métodos de procesamiento.....	65
12.Respuesta a la suplementación con concentrados energéticos sobre verdes de invierno.....	71

13.Efectos de la asignación de forraje y del nivel de suplementación sobre el consumo de forraje y la performance animal.....	73
14.Media histórica de temperatura (°C) y precipitaciones (Mm.). (período 1961 – 1990).....	93
15.Composición química de grano de sorgo molido.....	96
16.Temperaturas mínimas, máximas, media y precipitaciones promedio mensuales para el período en estudio.....	111
17.Fecha de inicio de cada pastoreo.....	112
18.Disponibilidad promedio de MS, MSV de la pastura para las cuatro AF y porcentaje de materia seca verde disponible (MVSD).....	113
19.Efecto de la asignación de forraje sobre la altura del forraje disponible al ingresar los animales al bloque de pastoreo.....	115
20.Biomasa residual promedio (kg MS / ha) de la pastura para las cuatro AF y niveles de suplementación.....	116
21. Efecto de la asignación de forraje sobre la altura del forraje remanente.....	118
22. Utilización del forraje (%) para las cuatro AF.....	122
23.Consumo materia seca de forraje en porcentaje para los diferentes tratamientos.....	125
24.Tasa de sustitución de forraje por concentrado según nivel de asignación.....	129
25.Consumo de MS total en porcentaje para los tratamientos suplementados y no suplementados.....	131
26.Ganancia de peso de los diferentes tratamientos.....	134

27. Probabilidad de ocurrencia de actividad de pastoreo, rumian o descanso según asignación de forraje.....	139
28. Probabilidad de ocurrencia de actividad de pastoreo, rumia o descanso según animales suplementados y no suplementados.....	141
29. Tasa de bocado promedio diario para animales para todos los tratamientos.....	150
30. Cálculo de peso de bocado (mg / bocado).....	151
31. Producción de carne por hectárea de novillos para los 8 tratamientos.....	154
32. Carga (UG / ha) de novillos para los 8 tratamiento.....	155

Figura No.

1. Forraje disponible y tasa de crecimiento al primer pastoreo.....	30
2. Producción anual de forraje según diferentes intensidades de pastoreo para las cuatro pasturas evaluadas.....	31
3. Relación entre asignación de forraje y ganancia diaria animal para las diferentes estaciones del año (Simeone, 2005).....	37
4. Diferentes interacciones que se presentan al momento de suplementar animales en pastoreo.....	49
5. Esquema representando los componentes del comportamiento ingestivo.....	83
6. Relación entre la altura de la pastura y consumo total, tiempo de pastoreo y peso y tasa de bocado.....	84

7. Croquis del experimento en el campo.....	98
8. Evolución del contenido de materia seca del forraje en el período en estudio.....	121
9. Consumo medio diario de forraje (kg MS) de novillos Holando pastoreando a cuatro AF.....	126
10. Efecto de la AF y de la suplementación sobre el CMST de novillos Holando pastoreando 4 asignaciones de forraje suplementados con grano de sorgo molido a razón del 1% del PV.....	132
11. Consumo de MS total expresado en % y en kg MST / a / d promedio para todos los tratamientos durante las 10 semanas de estudio.....	133
12. Ganancias medias diarias para los animales pastoreando a cuatro asignaciones.....	135
13. Tiempo destinado a cada actividad según semana.....	142
14. Proporción de tiempo dedicada al pastoreo para cada asignación de forraje según conjunto de horas.....	144
15. Evolución de la de la distribución porcentual de las actividades de comportamiento ingestivo durante el día para las cuatro asignaciones con y sin suplemento.....	148
16. Evolución de la tasa de bocado promedio según hora para las cuatro asignaciones.....	153
17. Ganancia promedio diaria por animal y producción de carne por hectárea según carga para animales con suplemento.....	156
18. Ganancia promedio diaria por animal y producción de carne por hectárea según carga para animales sin suplemento.....	157

1. INTRODUCCION

Los sistemas intensivos de invernada vacuna en Uruguay se desarrollan básicamente sobre pasturas mejoradas, praderas y verdeos, por esta razón son necesarias opciones forrajeras con persistencia y alta producción, condiciones que acotan las opciones básicamente a especies perennes y estrategias de manejo que lo permitan. Con este objetivo, se torna necesario comprender y desarrollar técnicas de producción y utilización que permitan mejorar los rendimientos.

En este tipo de sistemas las ganancias de animales en crecimiento obtenidas en periodos invernales sobre verdeos no son satisfactorias, lo que limita la eficiencia productiva y económica de los sistemas de producción.

Un bajo consumo de forraje ha sido sugerido como posible causa de una pobre performance. Aspectos relacionados a las características de la pastura como estructura, cantidad y/o calidad, limitarían el consumo de nutrientes en relación a los requerimientos del animal. También restricciones en la cantidad ofrecida podrían responder a un inadecuado manejo del pastoreo en términos de asignación de forraje. En cuanto a aspectos relacionados con la calidad, a pesar de que las pasturas en esta época del año (invierno) presentan alta digestibilidad y proteína bruta, el bajo nivel de carbohidratos rápidamente degradables generaría un desbalance de energía- proteína a nivel del rúmen, que podría ocasionar una baja eficiencia en la utilización de los nutrientes.

En tal sentido el material utilizado en este experimento es Raigrás cv Horizon el cual posee muy buena producción otoño invierno primavera,

supervivencia estival, excelente comportamiento en pastoreo intensivo y excelente persistencia.

El consumo total de nutrientes aparece como principal determinante de la performance individual, la suplementación energética con fuentes de alta degradabilidad ruminal, no solo contribuiría a mejorar el desbalance de nutrientes en pasturas invernales y de este modo mejorar la eficiencia de utilización de los nutrientes aportados por la pastura, sino que podría representar un incremento en consumo total de materia seca y nutrientes. No obstante, el suministro de concentrados en pastoreo puede disminuir el consumo de forraje, tornando poco predecible el impacto de esta medida.

La magnitud del efecto de sustitución de forraje por grano, varía en función de la oferta de forraje, así como de las características de la pastura y del suplemento. Esta practica ha sido extensamente estudiada a nivel nacional para condiciones de suplementación energética con concentrados sobre paraderas mezcla de gramíneas y leguminosas, así como sobre avenas y raigrás anual. Las características particulares del raigrás en estudio (*Lolium multiflorum* cultivar Horizon) ameritan un estudio que permita generar las curvas de respuesta animal a la suplementación cuando este cultivar es incluido en las mezclas de pasturas. El valor nutritivo y potencial productivo de esta forrajera perenne (raigrás Horizon) aparece como promisoría respecto al raigrás anual.

En función de estos antecedentes, el presente trabajo tuvo como objetivo: evaluar la respuesta a la suplementación con grano de sorgo molido (ofrecido a razón del 1% del peso vivo) en vacunos en crecimiento pastoreando una pastura compuesta por raigrás (*Lolium multiflorum* cultivar Horizon), lotus y

trébol blanco en cuatro asignaciones (2; 4,5; 7 y 9,5 kg de materia seca de forraje/ 100 kg de peso vivo) de forraje durante el periodo invierno-primaveral.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. INTRODUCCIÓN

Los verdes invernales constituyen uno de los principales recursos forrajeros que sustentan la producción de carne vacuna durante otoño- invierno en sistemas intensivos pastoriles del Litoral Oeste del Uruguay (Simeone, 2000), por lo que aspectos vinculados al manejo de dicho recurso, que mejoren su utilización, impactarán positivamente en el resultado físico de estos sistemas.

En el cuadro 1 se presentan las ganancias diarias de peso vivo, cargas y producción de carne a lo largo del año para establecimientos invernadores de la zona Litoral Oeste del Uruguay (Proyecto GIPROCAR) Simeone (2002).

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
GDPV(kg / animal / día)	0,462	0,692	0,453	0,328

SP: superficie de pastoreo

UG: unidad ganadera

GDPV: ganancia diaria de peso vivo

Fuente: Simeone (2002).

Estos sistemas de producción de carne sobre pasturas se destacan por su flexibilidad para adaptarse a distintas contingencias (climáticas, relaciones de precios de insumos y productos, demanda) sin necesidad de variar sustancialmente sus factores de producción. Por esta razón, la alimentación de tipo pastoril continúa siendo una característica distintiva del proceso de engorde (Kloster et al., 2001).

El consumo de la pastura es el principal componente a tener en cuenta para maximizar la producción bovina en sistemas pastoriles dado que la performance animal depende en más de un 70 % del alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Waldo, citado por Chilbroste, 2000). Galli et al. (1996) resume que el consumo del alimento es el principal factor en determinar la productividad.

La producción animal es la consecuencia de la producción de forraje, eficiencia de cosecha, calidad del alimento y eficiencia con que ese alimento es convertido en producto animal (Gómez, s.f.), en tal sentido el consumo y selectividad animal bajo pastoreo tiene una importancia fundamental en determinar la productividad y la eficiencia global de los sistemas pastoriles (Hodgson, 1990).

El producto animal generado a partir de la pastura depende de la calidad y cantidad del forraje producido, así como de la forma o eficiencia de la utilización del mismo, el que a su vez se encuentra influenciado por la proporción de la oferta que es consumida y por su digestibilidad (Raymond, 1964). Por lo tanto una baja producción de carne puede ser consecuencia de

una baja calidad o cantidad de forraje consumido, pero también puede aparecer en condiciones de forraje abundante y alta calidad (Elizalde, 1999).

A pesar de la alta calidad de los verdeos invernales en estadios tempranos de desarrollo, un bajo consumo de materia seca (Beretta et al., 2003) e ineficiente utilización de la proteína a nivel ruminal (Simeone et al., 2002) pueden estar afectando la respuesta animal. Cambios en la intensidad de pastoreo, sumado al suministro de suplementos de alta degradabilidad ruminal, podrían revertir esta situación.

Para evaluar la productividad de una pastura en este caso raigrás cv Horizon, trébol blanco y lotus corniculatus, es indispensable cuantificar su producción anual y estacional, así como su valor alimenticio; la evaluación del potencial productivo es a partir del pastoreo directo con animales y la cuantificación de su transformación en producto animal.

Con esto podemos estimar la eficiencia con que la pastura puede ser utilizada y el margen que existe para mejorar su productividad (Gómez, citado por Cangiano, 1996). Este fenómeno está íntimamente asociado con la presión de pastoreo y por lo general una mayor producción por hectárea se logra a expensas de una disminución de la producción individual (Elizalde, 2003b). La respuesta en productividad (por unidad de área) y valor nutritivo (kg / animal) frente a cambios en la presión de pastoreo, varía dependiendo del tipo de pastura, lo que determina la necesidad de que nuevos materiales tanto en estado puro o en mezclas deban ser evaluados de esta forma.

En tal sentido la especie forrajera utilizada y su variedad podrán de cierta forma generar relaciones cuantitativas específicas que modifiquen la respuesta animal (Langer, 1981).

La intensidad de pastoreo esta directamente relacionada con la ganancia de PV por animal por hectárea. Presiones que permitan una alta disponibilidad de forraje por animal y posibilidad también de realizar pastoreo selectivo, lograran un aumento en el comportamiento individual comparado a presiones mas altas, que son las que maximizan la producción por hectárea (Mott, 1960).

El manejo de la intensidad de pastoreo (Méndez y Davies, 2002) unido a la suplementación energética (Elizalde, 2003c) ha sido propuesto por diversos autores como posibles estrategias de manejo tendientes a obtener alta producción por hectárea sin resentir la producción individual. No obstante esto, la respuesta obtenida es variable. Según Mieres (1997) los efectos del suplemento sobre el consumo de forraje dependerán de la interacción entre una serie de factores del animal, de la pastura y del suplemento. Todos estos factores tienen una relación de dependencia, que afecta la digestibilidad del suplemento del forraje y como consecuencia de esto el consumo.

Sumado a esto Elizalde (2003a) menciona que existen alternativas que se pueden aplicar a los fines de atenuar las variaciones en la producción de forraje que se suceden aun en la misma estación a través de los años tratando a su vez de optimizar el uso del forraje en pastoreo. En este contexto, el uso de suplementos tiene como objetivo adicionar algo que falta ya sea en cantidad o calidad como para que la producción animal obtenida en pastoreo se mantenga o aumente a través de un aumento de carga y/o ganancia de peso (Horn et al., citados por Elizalde, 2003d)

Los suplementos energéticos pueden tener diferentes efectos sobre el consumo, la utilización de las pasturas y el comportamiento de los animales, dependiendo de factores como; el tipo y composición del concentrado, cantidad y calidad del forraje disponible y condiciones climáticas (Bernardo et al., citados por Vaz Martins, 1997).

La suplementación debe considerarse como una práctica que permite mejorar el nivel productivo de un predio al promover un mayor consumo de nutrientes por el vacuno y contribuir al adecuado manejo de la relación pastura animal (Risso et al., 1991).

A nivel nacional casi todos los trabajos se han centrado en pasturas mezclas de festuca, blanco y lotus (Invernizzi et al., 2007), avena (Méndez y Davies, 1995), raigrás anual (Bartaburu et al. 2003, Damonte et al. 2004), no existiendo antecedentes para raigrás Horizon en pasturas mezcla, el cual busca levantar las limitantes de otros materiales.

2.2. FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

El animal en pastoreo existe en condiciones muy dinámicas, en las que su comportamiento depende no solo de las variaciones en sus requerimientos nutricionales sino también de las condiciones climáticas y particularmente de la cantidad y calidad del forraje en oferta que generalmente limitan su potencial genético para producción (Montossi et al., 1996).

2.2.1. Valor nutritivo del forraje

La productividad animal en los sistemas pastoriles depende en gran medida del valor nutritivo del forraje aportado por las pasturas cultivadas, pastizales naturales y verdeos estacionales (Raymond, 1964).

El valor nutritivo de la pastura depende del consumo de MS, de la digestibilidad del forraje consumido y de la eficiencia de utilización de los productos finales de la digestión ruminal ($VN = \text{Consumo} \times \text{digestibilidad} \times \text{eficiencia de utilización de nutrientes}$) (Raymond, 1964). Entonces, a igual disponibilidad de forraje la productividad por animal y por hectárea será tanto más alta cuanto mayor sea el valor nutritivo de la pastura (Dumestre y Rodríguez, 1995). En este sentido Elizalde (1993) cita que para obtener ganancias del orden de 500 g / día se requieren valores de digestibilidad superior al 60-65%.

La relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje describe una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo. En esta curva se puede distinguir una parte ascendente, que es donde la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales) limita el consumo por una regulación a través del comportamiento ingestivo. Este comportamiento incluye el tiempo de pastoreo (minutos por día), la tasa de bocados (bocados por minuto) y el peso de bocado (g), y es afectado a través de la selección de la dieta y la estructura de la pastura. En esta parte de la curva el consumo es muy sensible a cambios en la fitomasa, oferta de forraje y altura, de manera que pequeñas variaciones en cualquiera de estas tendrá gran efecto en la producción animal. En la parte asintótica de la curva, en cambio, los factores nutricionales como la digestibilidad, el tiempo de retención en el rúmen y la concentración de

productos metabólicos son de importancia en el control del consumo, considerando que la disponibilidad de forraje no es limitante (Cangiano, 1996).

2.2.1.1. Valor nutritivo de la pastura

El valor nutritivo de los alimentos, dependerá del consumo que el animal logre con ellos, de la digestibilidad y de la eficiencia de utilización de los nutrientes por parte del animal (Rearte, s.f.).

Consumo y factores que lo afectan

El consumo en pastoreo es resultado del consumo potencial que caracteriza a un determinado animal (variable según tamaño corporal adulto y estado fisiológico) y del consumo relativo que el animal puede efectivamente realizar de la pastura ofrecida, el cual dependerá de características químicas y físicas de la misma (Australian Feeding Standard, 1994).

El consumo es controlado en el largo plazo por el balance energético del animal, mientras que el consumo de corto plazo probablemente este controlado por una combinación de los factores estructurales de la planta, que influyen en la tasa de ingestión, el efecto del forraje masticado en el llenado del tracto, y el comportamiento social y factores ambientales, que afectan el complejo apetito-saciedad (Forbest, citado por Damonte, 2004).

Asimismo, 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 (kg MS / ha) y la asignación de forraje (kg MS / animal / día) (Hodgson 1981, Poppi et al. 1987),

así como su estructura, resistencia al corte y distribución de especies (Viglizzo, 1981).

El consumo de pastura constituye el principal componente a tener en cuenta cuando se pretende maximizar la producción vacuna en los sistemas pastoriles. Waldo, citado por Bartaburu (2003) encontró que la productividad de un animal con cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos.

a) Relación entre consumo y disponibilidad de la pastura

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), de tipo curvilíneo. Una vez que la disponibilidad del tipo de forraje que busca comer el animal es menor que el doble de lo que necesita comer, se produce un descenso progresivo en la cantidad de forraje consumido diariamente (Minson, citado por Rovira, 2002). Rearte (1996) señala que la limitante mas importante para la producción de carne lo constituye sin duda el consumo total de materia seca por parte del animal. Esta limitación puede deberse a la baja disponibilidad de forraje o a la baja calidad del mismo.

Hodgson (1981) estimó que el consumo de novillos en una pastura de raigrás perenne se deprimía por debajo de los 2000 kg MS / ha cortados al ras del suelo. Minson, citado por Dougherty et al. (1989) sugiere que el consumo de forraje de gramíneas templadas se comienza a restringir cuando la disponibilidad de las mismas es menor a 1000 kg MS / ha.

Cuando las pasturas contienen más de un 70% de material muerto, la dificultad para cosechar los componentes verdes de la misma es uno de los principales factores que explican el menor consumo alcanzado (Poppi et al., citados por Montossi et al., 1996). Ha sido documentado que la dieta consumida por animales en pastoreo, contiene generalmente mayor proporción de hojas y tejidos vivos pudiendo esto estar asociado a su facilidad de prehensión, ya que las hojas tienen estructuras menos rígidas y de mayor facilidad de ruptura que los tallos (Hodgson y Grant 1982, Poppi et al., citados por Montossi et al. 1996); y menor proporción de tallos y tejidos muertos (rechazado debido a su baja preferencia y a su inaccesibilidad en la base de la pastura), que la que se encuentra en el forraje ofrecido al animal (Chacon y Stobbs 1976, Van Dyne 1980, Arnold 1981, Clark et al. 1982, Hodgson 1982, 1985b, 1990, L'Huillier et al. 1984, Vallentine 1990, Poppi et al., citados por Montossi et al. 1996)

b) Relación entre consumo, altura y densidad de la pastura

La elección entre diferentes fuentes alternativas de forraje por parte del animal, está fuertemente influenciada por la tasa de consumo potencial; estando esta variable principalmente controlada por la altura y el volumen de forraje de la pastura, por la distribución vertical y horizontal de los diferentes componentes de la planta y de la pastura (Alden y Whittaker 1970, Stobbs 1973a, 1973b, 1975, Hodgson 1985b, 1990, Burlison et al. 1991, Mitchell et al. 1991, Laca y Demment 1991, Laca et al. 1992, Clark, citado por Montossi et al. 1996), por la experiencia previa inmediata del animal en pastoreo (Newman et al., citados por Montossi et al., 1996), la experiencia del animal en el largo plazo (Flores et al., citados por Montossi et al., 1996), y últimamente por el grado de apetito del animal (Newman et al., citados por Montossi et al., 1996).

La altura de la pastura es el principal factor influenciando el consumo, y por lo tanto la producción. Hodgson, citado por Forbes (1988) concluyó que la altura de la pastura ejerce mayor influencia sobre el consumo de forraje que la densidad o la proporción de material verde. Es de destacar que la altura de la pastura y el peso de bocado se relacionan positivamente. Cuanto más dificultad encuentre el animal para efectuar una defoliación que le permita ingerir gran cantidad de forraje menor ha de ser el nivel del consumo (Willoughby, Arnold, citados por Norbis, 1989).

Laca y Demment (1994) encontraron que la variación espacial en la altura de la vegetación tiene un mayor efecto sobre la tasa de consumo cuando la pastura es corta. La altura de la pastura afecta significativamente la profundidad de bocado. Según Montossi et al. (1996) el consumo por bocado aumenta linealmente con la altura y disponibilidad de la pastura, siendo la densidad de la pastura un factor de relativa importancia en condiciones templadas.

En este sentido la importancia de controlar la altura radica en que los animales responden más consecuentemente a variaciones en la altura del forraje, que a la densidad del mismo, altura que además es fácilmente medida (Hodgson, 1990).

La sesión de pastoreo varía con condiciones de forraje cambiantes, siendo más corta en pasturas altas o densas, que en pasturas cortas o poco densas. Esto es porque en sesiones equivalentes, el área por animal es mucho más pequeña en pasturas altas que en la masa de forraje baja, entonces la proporción en la cual la masa de forraje alta es pastoreada abajo será mucho mayor. También, en una pastura corta, una proporción más alta del forraje está

cerca del nivel del suelo y por lo tanto relativamente difícil de cosechar (Hodgson, 1990).

Al respecto se muestra que a medida que decrece la altura del rechazo, es decir que cuanto mas abajo comen los animales, las ganancias de peso vivo por animal también decrecen, mostrando precisamente la mencionada existencia, de una estrecha relación entre la altura del tapiz y el comportamiento animal (Carámbula, 2002a.). De acuerdo con sus trabajos, Phillips y Leaver, citados por Carámbula (2002a) sostienen que a medida que desciende la altura de la pastura el tamaño del bocado disminuye considerablemente. Hasta cierto punto, probablemente 7-8cm de altura, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados pueden ser aumentados para mantener el consumo, pero finalmente este se ve reducido.

Así, la altura, fija la profundidad del bocado y por lo tanto se presenta como la determinante principal del consumo por bocado (Black y Kenney, citados por Carámbula, 2002a). Si bien a mayor altura, mayor es el consumo animal, se debe destacar que en pasturas demasiado cortas o demasiado altas pueden existir limitantes para el mismo, aunque estas serán menos importantes en estas ultimas (Hodgson, citado por Carámbula, 2002a).

Se ha comprobado que el máximo consumo de forraje de un animal bajo régimen de pastoreo se logra cuando la pastura tiene 10 a 15 cm de altura y la disponibilidad no es menor de 2500 kg MS/_ha. Bajo esas condiciones el ritmo de pastoreo es de 50 a 70 bocados por minuto y el animal puede llegar a no levantar la cabeza en 40 minutos. En este caso el tiempo de pastoreo en 24 horas puede variar entre 7 y 8 horas. En la medida que el volumen de pasto empieza a disminuir, el consumo por día se reduce pero el tiempo de pastoreo

tiende a aumentar. Esto es debido a que los bocados son más chicos y el ritmo de pastoreo es más lento porque el animal gasta más tiempo en seleccionar la comida. Cuando la disponibilidad de forraje por hectárea es de 1300 kg MS./ha , el consumo diario difícilmente supere los 4,5 kg de MS. El tiempo de pastoreo no varía mucho en relación a la disponibilidad, por la sencilla razón de que el animal se cansa de comer (desde el punto de vista muscular) y si el forraje es tan escaso se queda sin llenar sus requisitos alimentarios y desmejora físicamente (Rovira, 2002).

En este sentido, de acuerdo con la información disponible, en los vacunos el forraje removido por bocado aumenta en forma lineal hasta una altura de 30 cm (Alden y Whittaker, citados por Carámbula, 2004) o 40 cm (Hodgson, citado por Carámbula, 2004). Este último autor destaca que el consumo se restringe a alturas menores a 9 centímetros.

En cuanto a la segunda condicionante (densidad), muchas veces el rendimiento de una pastura, expresada en kilogramos por hectárea de materia seca (kg MS./ha), no es un buen indicador del comportamiento posible de los animales, dado que una misma cantidad de forraje puede presentarse de diferentes maneras: corto denso, alto ralo, en manchones densos dispersos, etcétera. De ahí que la densidad de las pasturas afecta sustancialmente la cantidad de forraje que el animal puede comer por bocado. En este sentido, las pasturas densas facilitan la obtención de bocados más voluminosos y, por consiguiente, una mayor ingestión que las pasturas ralas (Carámbula, 2004).

El consumo de terneros de 5 a 6 meses de edad, así como el de novillitos de sobreaño, disminuye aproximadamente un 18% cuando la disponibilidad diaria de forraje bajo de 90 a 30 g de MO./Kg. de peso vivo. Este

descenso esta asociado a una disminución de la altura del forraje, de 7,4 a 5,4 cm y a una menor digestibilidad (Rovira, 2002).

c) Relación entre consumo y porcentaje de materia seca

Verite y Journet, citados por Chilbroste (1998) encontraron que pasturas con bajo contenido de materia seca reducen el consumo de forraje a una tasa de un kilo de materia seca cada 4% de disminución en el contenido de materia seca por debajo de 18%.

El bajo contenido de materia seca (MS) de los verdes invernales durante los primeros pastoreos puede afectar el consumo efectivo de MS por los animales y una serie de trastornos fisiológicos y metabólicos (Elizalde 1993, Méndez y Davies 2002), el que ha sido indicado como una de las causas de las bajas ganancias observadas en novillos en crecimiento pastoreando este tipo de pasturas (Simeone, 2005).

En resumen, el consumo es afectado negativamente por un alto contenido de agua, o lo que es equivalente, una baja proporción de materia seca. El valor a partir del cual se puede esperar este efecto se ubicaría alrededor del 18 – 20% de materia seca (Verité et al., citados por Cangiano, 1996). Butris y Phillips, citados por Cangiano (1996), encontraron que una alta cantidad de agua en la superficie de la pastura redujo el consumo de bovinos en un 22%.

En trabajos realizados por Damonte et al. (2004) se encontró que la ganancia media diaria de novillos pastoreando raigrás fue igual a 0,402 kg_/animal_/día trabajando con un 5% de asignación de forraje; similar ganancia

tuvo Berasain et al. (2002) al trabajar también con 5% AF se obtuvo valores de 0,507 kg / animal / día, atribuyéndoselo en parte a los bajos valores de materia seca del forraje para estos años en particular. Por otro lado, Contatore et al. (2007) con un porcentaje de materia seca de 21 obtuvo para la asignación de 5% una ganancia media diaria de 1,276 kg / animal / día.

El consumo de materia seca de las leguminosas es mayor que el de las gramíneas, por lo que tienden a generar una mayor síntesis bacteriana. Esto determina que si bien las leguminosas tienen mayores pérdidas por unidad de N consumido, en realidad aportan una mayor cantidad de proteína para el animal. Además el menor contenido de pared celular de las leguminosas, se traduce en diferencias en el consumo de materia seca, tipo de nutrientes que recibe el animal, diferencias en la eficiencia de conversión que en definitiva, afecta el rendimiento de la res (Elizalde, 1999).

El contenido de materia seca para verdes de invierno en el periodo otoño-invierno y sobre todo en las primeras horas del día presenta la limitante de tener bajos valores (14,2% a 18,5%) pudiendo esto limitar el consumo de materia seca en la mayoría de los casos (Elizalde et al., citados por Silva et al., 2003c). En el cuadro 2 se presentan los resultados de materia seca de ensayos realizados en otoño - invierno.

Cuadro 2. Porcentaje de materia seca para raigrás durante el periodo otoño-invierno

Especie	Materia seca (%)	Autor
Raigrás	15-19	Bartaburu (2003)
Raigrás	16,2 – 23,3	Silva et al. (2006)
Raigrás	20,5	Elizondo et al. (2003)
Raigrás	16,9-19,1	Damonte et al. (2004)
Raigrás	21	Contatore et al. (2007)

Según Gorosito, citado por Damonte (2004), el alto porcentaje de agua actúa limitando seriamente la capacidad de levantar materia seca del campo. Según este autor, tanto el contenido de agua como el bajo contenido de fibra, son parte responsable de que los animales se muestren diarreicos y de que su capacidad de asimilación de nutrientes a nivel intestinal aparezca seriamente comprometida.

d) Relación entre consumo y desbalance energía – proteína

Un alto contenido de humedad, sumado a una composición desbalanceada de la materia seca (alto contenido de nitrógeno soluble y bajo contenido de energía) provocan limitaciones en el consumo de forraje y una serie de trastornos fisiológicos y metabólicos que se traducirían en ganancias de peso inferiores a las que podrían esperarse para un forraje de tan alta calidad (digestibilidad) como lo son los verdes invernales y las pasturas en otoño. Ahora bien, esta afirmación que es ampliamente aceptada por profesionales y productores, no deja en claro cuál es el nivel de ganancia de peso que puede esperarse con un forraje balanceado o cuán baja podría llegar

a ser la misma a raíz del desbalance y cuánto podría mejorarse mediante una suplementación (Méndez y Davies, 2002).

Las pasturas de alta calidad, exceden generalmente los requerimientos nitrogenados del rúmen. A partir del mismo se genera amoníaco que es utilizado por las bacterias ruminales para la síntesis de proteína bacteriana (base a su vez de la alimentación proteica del animal). Sin embargo, si la disponibilidad de energía es limitante, el amoníaco es utilizado parcialmente y el resto absorbido por la pared del rúmen y posteriormente transformado en urea para eliminarse vía orina. Aunque existe reciclaje de urea hacia el rúmen, se pierden cantidades importantes de nitrógeno por esta vía. La suplementación con alimentos energéticos mejora el aprovechamiento de nitrógeno excedente ofrecido por el verdeo o pastura y permite además reducir la toxicidad subclínica por amoníaco a la que se expone a los rumiantes pastoreando pasturas de muy alta calidad, particularmente en otoño (Pordomingo, 2003).

En los verdeos de otoño- invierno la composición química varía hacia la primavera alterándose la calidad de los mismos, ya que estos pasan a ser forrajes desbalanceados en su relación proteína/_energía, con excesos de la primera, a una nivelación por aumento de carbohidratos en la primavera. Si bien el balance de nutrientes no limitaría el consumo, este sí podría afectarse negativamente porque la digestibilidad de los tejidos declina progresivamente por lignificación. Este cambio en la composición química del forraje a lo largo del tiempo (transcurso hacia la primavera) se refleja más trabajando con elevadas presiones de pastoreo, ya que en estos casos el valor nutritivo de la dieta del animal será similar al que tiene la pastura (Chacon et al., citados por Vaz Martins et al., 1997).

La proteína de los forrajes frescos es altamente degradable en rúmen con un promedio del 75-85 % para las diferentes especies (Elizalde et al., citados por Elizalde, 2003c). Debe existir una relación entre la digestión de la materia orgánica (90 % de la digestibilidad) como proveedora de energía y el contenido proteico del forraje para evitar desbalances de nutrientes. Por ejemplo, en la avena de otoño la proteína consumida es inferior a la que llega a intestino cuando la presencia de grandes pérdidas ruminales que no ocurren en primavera. Esto es común en verdeos dada que si bien la digestibilidad es más o menos constante (70 %) los contenidos de proteína pueden variar entre el 10 y el 30 % (Elizalde et al., citados por Elizalde, 2003c). La síntesis de proteína microbiana está limitada por el consumo de materia seca, bajos consumos de materia seca son condicionantes no sólo del aporte de energía sino también de proteínas para el animal. Las altas concentraciones de amoníaco ruminal son consecuencia de un exceso de proteínas del forraje más que de una reducida eficiencia de síntesis de proteína microbiana. Por otra parte, las pérdidas de nitrógeno, pueden considerarse una ineficiencia en el uso del nitrógeno que es factible de mejorarse con el uso de suplementos energéticos. Altos niveles de carbohidratos solubles de los forrajes o elevados consumos de materia seca, reducen la necesidad de uso de suplementos para balancear la composición de la dieta o mantener elevados consumos de materia seca (Elizalde, 2003c).

La información disponible de trabajos experimentales que evaluaron el efecto que los forrajes desbalanceados tienen sobre el consumo de materia seca, el metabolismo energético y la respuesta animal. Con respecto a los dos primeros aspectos, si bien no hay acuerdo entre los diferentes autores, el grado de afectación probable implicaría un rango de ganancias entre 1.0 y 0.350 kg./animal./_día (Méndez y Davies, 2002). En conclusión existió una tendencia

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

Como resultados de estas tendencias observadas en la proteína soluble (PS) y carbohidratos no estructurales solubles (CNES), la relación entre ambos parámetros fue máxima para los centenos, cebada y triticales, (8:1) intermedia para la avena (6-5:1) y mínima para los raigrases (0.89). Esta información indica que el raigrás, desde el punto de vista de la calidad nutricional, presenta una mejor composición de la materia seca por ello debería esperarse una mayor respuesta animal (Méndez y Davies, 2002).

La alta concentración de NH_3 en rúmen debido a la alta degradabilidad y contenido de proteína en las pasturas de calidad (18-26%) impone una estrategia de suplementación con suplementos energéticos de alta degradabilidad a nivel ruminal (Rearte, s.f.). No es posible establecer límites precisos, pero puede asumirse que en pasturas con leguminosas sería innecesario dar proteína suplementaria hasta niveles de grano en el orden de 1,5% del peso vivo (para un novillo de 400 kg representa 6 kg de grano por día) (Lange, 1980).

En pasturas perennes integradas por alfalfa, tréboles, festuca, pasto ovillo, falaris bulbosa, agropiro alargado, cebadilla, raigrás perenne, raigrás anual y otras especies de clima templado utilizadas en la región pampeana, la suplementación para aumentar el nivel nutricional casi siempre se limita a concentrados energéticos. En tanto halla pasto verde disponible, difícilmente se obtenga respuesta a una suplementación proteica; la pastura proveerá suficiente proteína cuando se suplemente con niveles moderados de grano (Lange, 1980).

En el Cuadro 3 se presenta el contenido de carbohidratos solubles y proteína bruta de avena, raigrás y alfalfa para otoño y para primavera.

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

	CHS (%)		PB (%)		CHS:PB (%)	
	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

*: sin fertilizante

** : con fertilizante

Fuente: adaptado de Baeck , citado por Contatore et al. (2007).

El contenido proteico es muy variable en el caso de las gramíneas templadas (raigrás, pasto ovillo) y verdes. Según Elizalde et al., citados por Elizalde (2003c) las leguminosas en cambio, son menos variables a través del año o épocas de crecimiento pero con mayores contenidos proteicos que las gramíneas.

El nivel de carbohidratos solubles es un 50% superior en primavera mientras que la proteína soluble es afectada en sentido inverso, 55% menos (Elizalde y Santini, 1993). No obstante se debe tener en cuenta que el contenido de EM en materiales de primavera declina con el tiempo tres o cuatro veces mas rápido que en materiales cosechados en otoño (Corbett et al., 1966).

Concluyendo, además de la especie forrajera, estado fisiológico, y la parte de la planta removida al momento de pastoreo o corte, la calidad esta afectada también por la tasa de crecimiento, horas del día así como diferentes prácticas de manejo tales como la fertilización (Elizalde et al., citados por Elizalde, 2003c). Existen variaciones importantes en proteína y carbohidratos solubles a través del día y estos cambios pueden ser diferentes entre períodos del año (Van Vuuren et al., citados por Elizalde, 2003c). Las variaciones operadas en la calidad del forraje son una limitación a la utilización de los mismos porque en muchos casos son difíciles de predecir (Elizalde, 2003c). La variación en el contenido de MS y carbohidratos de las pastuas a lo largo del día (Scholljerd, citado por Beretta et al., 2005) podría ser aprovechada modificando el manejo del pastoreo, de forma de promover mayores consumos en la tarde.

Digestibilidad

La digestibilidad de un alimento determina el porcentaje de sustancia no digerida que debe ser eliminado del tracto digestivo. Cuanto mayor es el porcentaje de sustancia indigestible y el tiempo que tarda en fermentar la fracción digestible, tanto mayor es el espacio de panza necesario para contener una unidad de energía digestible y, consiguientemente, el animal se ve obligado a comer menos (Orskov, 1990).

La facilidad con que la materia orgánica del forraje puede ser evacuada del rúmen es la característica **más** importante de la dieta que determina el consumo. La capacidad del rúmen es limitada y la velocidad con que entra materia orgánica al rúmen no puede exceder a la velocidad con que sale del mismo. La consecuencia es que los forrajes fibrosos, groseros y por lo tanto de

baja digestibilidad, hacen disminuir el consumo al permanecer mucho tiempo dentro del rúmen. Esta es la razón por la cual a mayor calidad de forraje, es decir a mayor digestibilidad, mayor consumo (Rovira, 2002).

Se define como pasturas de calidad aquellas que son de alta digestibilidad y poseen bajo contenido de fibra y altos porcentajes de proteína (Rearte, s.f.). En ganado de carne, si bien los requerimientos de proteína son menores, muchas veces la limitación de la digestibilidad y el consumo asociado en pasturas maduras se debe a una disminución del nitrógeno que ingresa en el rúmen (García, 1997). Para requerimientos únicamente de mantenimiento, digestibilidades entre 50 y 55% serían en general suficientes, pero para mantenimiento y producción no deberían bajar de 60% (Rovira, 2002).

El forraje fresco una vez consumido, es sometido a una intensa digestión ruminal en donde el 90 % de la materia orgánica digestible consumida es digerida (Corbett y Pickering 1983, Elizalde et al., citados por Elizalde 2003c).

Según Hodgson et al. (1977), en condiciones de forraje no limitante el consumo de los animales en pastoreo está relacionado principalmente con la digestibilidad del forraje consumido y la limitante al consumo es de orden físico, por llenado de rúmen y tasa de pasaje. A medida que avanza el estado de crecimiento de las pasturas, aumenta su contenido de fibra, principalmente del contenido indigestible que es la lignina. Ello hace que aunque se cuente con suficiente disponibilidad de forraje, si este está pasado, el consumo se ve limitado, afectándose las ganancias de peso individuales (Rearte, s.f.).

El consumo animal aumenta linealmente con el incremento de la digestibilidad, hasta que esta alcance valores cercanos al 80% (Rovira, 2002)

así cómo también la digestibilidad del forraje seleccionado aumenta con aumentos en la disponibilidad (Jamieson y Hodgson, citados por Vaz Martins, s.f.).

A menor digestibilidad hay un menor aprovechamiento de forraje por parte de los animales, debido a una menor fermentación ruminal y una menor síntesis bacteriana. Una baja digestibilidad implica un menor consumo potencial y por ende una menor producción animal (Elizalde, 1993).

Eficiencia de utilización de los productos de la fermentación

La eficiencia de utilización de los productos finales de la digestión dependerá según Rearte (1999) de lo balanceado que resulte la dieta principalmente en términos de energía y proteína de la estabilidad ruminal principalmente del pH, así como de la concentración de amoníaco y producción de energía.

La eficiencia con la cual los nutrientes digeridos son usados para mantenimiento o producción aumentará con la digestibilidad (o la concentración de nutrientes metabolizables) creciente en la dieta, de modo que cuanto más alto sea el nivel de consumo de forraje y mayor sea el contenido nutritivo del forraje consumido, mayor será la eficiencia de conversión del forraje ingerido en producto animal (Hodgson, 1990). Sin embargo, este mismo autor señala que la eficacia digestiva de animales rumiantes tiende a disminuir con aumentos en el consumo de un alimento particular, y hay también un aumento progresivo del coste nutritivo de incrementos sucesivos de la producción de forma tal que la eficiencia de conversión de alimento no puede elevarse indefinidamente. Aunque se acerquen rara vez a la eficiencia techo en la mayor parte de los

sistemas convencionales de producción de animales rumiantes, hay por lo general una relación cercana entre consumo nutritivo y performance animal.

Los parámetros de fermentación ruminal obtenidos en los animales que consumen forrajes frescos de alta calidad se caracterizan por bajos pH (5,9-6,2), altas concentraciones amoniacaes (15-30mg/100ml), altas concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGV) (80- 100 mMol / l) y bajas relaciones acético: propiónico (menor a 2,5:1) (Rearte, 1999).

Los bajos pH observados se originan en el alto contenido de materia orgánica digestible y los bajos contenidos de fibra efectiva de las pasturas de alta calidad, y de la baja tasa de insalivación que provocan los forrajes frescos. Una baja producción de saliva aporta insuficiente cantidad de bicarbonato de sodio, impidiendo lograr el ambiente óptimo para la digestión de la fibra (Rearte, s.f.).

Por otra parte las altas concentraciones amoniacaes se originan en el alto contenido de proteína bruta de alta degradabilidad de estas pasturas. Este excedente de amonio, que no es captado por la microflora ruminal debe ser excretado a través de la orina, generando al animal un gasto energético extra a nivel hepático cuando el amonio es convertido en urea para su posterior excreción (Rearte, 1999).

El proceso de detoxificación, donde el amoníaco es absorbido produciendo una serie de reacciones transformándose en urea, que luego se elimina por la orina, generando este ciclo un alto costo energético; por lo que esta desintoxicación implica una reducción en la producción de energía para los procesos productivos (Armstrong, citado por Castillo et al., 1992).

2.2.2. Características del *Lolium perenne* cv horizon

El *Lolium perenne* cultivar Horizon se caracteriza por ser tetraploide, por presentar alta velocidad de establecimiento, gran capacidad de macollaje, muy buena capacidad de rebrote, muy buena producción otoño invierno primaveral y supervivencia estival, muy buena calidad y por eso preferencia por los animales y buena sanidad a nivel de hojas (KWS Argentina S.A.), tolera sequías en verano y posee excelente comportamiento en pastoreo intensivo, presenta alta respuesta a la fertilización, muy buen comportamiento frente a enfermedades fúngicas y excelente persistencia (Agrokykun, s.f.).

Lolium perenne es una especie de gran difusión en países de Europa y Oceanía. En Nueva Zelanda, en mezclas con trébol blanco, constituye la base de la producción de pasturas. Este hecho, junto con la calidad forrajera de esta gramínea ha dado origen a un amplio espectro de investigaciones por parte de países que han probado introducirlo (García et al., 2004).

Este fue desarrollado a partir de un grupo de cultivares elite a los que se les duplicó la dotación cromosómica. La selección se realizó por uniformidad, productividad, persistencia, resistencia a enfermedades fúngicas, densidad de macollos y tolerancia a la sequía (Agrokykun, s.f.).

Los cultivares tetraploides han presentado una serie de ventajas tales como un:

mayor producción de leche asociada (Castle y Watson, citados por Almada et al., 2007),

mayor palatabilidad y consumo por parte del animal, por presentar mayor contenido de carbohidratos solubles (Langer, 1981).

Según Charles y Valentine (1979), Langer (1981), las desventajas de los mencionados cultivares serían básicamente una carencia de densidad y persistencia y mayor contenido de agua, lo que implica una menor proporción de materia seca con respecto a los diploides.

El raigrás perenne es una especie de fácil establecimiento, muy macolladora y precoz (comparada con otras gramíneas) (Langer 1981, Carámbula 2002a). Según Betín, citado por Carámbula (2002a) el buen establecimiento es debido a la rapidez de su germinación y a lo acelerado de su brotación. Es una forrajera que permite pastoreos prolongados debido a que presenta floración tardía, lo que le permite conservar durante mayor cantidad de tiempo, una alta calidad de forraje (Laissus y Allert, citados por Carámbula, 2002b).

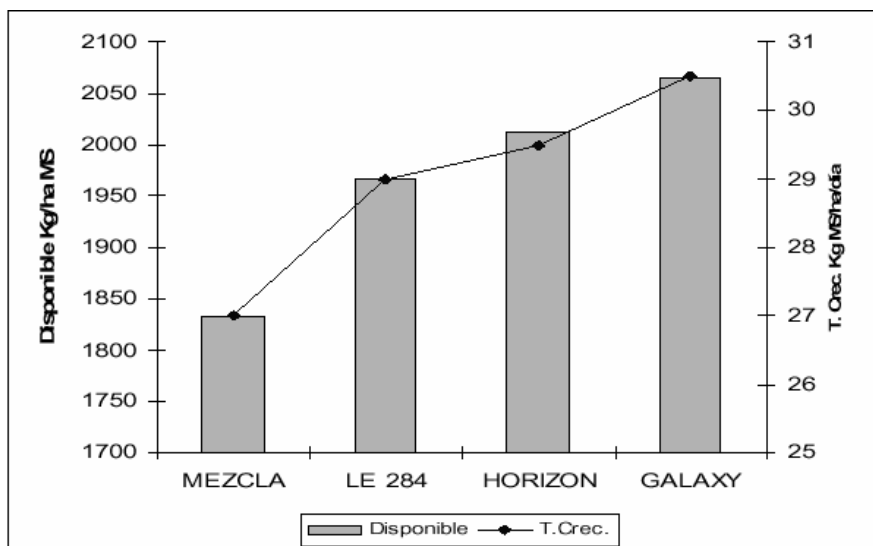
Con referencia a su producción de forraje en el año de establecimiento, el raigrás perenne puede producir de 4 a 10 toneladas por hectárea de materia seca, por lo que su potencialidad de rendimiento en este primer año, en condiciones muy favorables es cercana a la del raigrás anual (Betín, citado por Almada et al., 2007).

Brougham, citado por Langer (1981), demostró en Nueva Zelanda que las curvas de crecimiento del trébol blanco y del raigrás perenne son complementarias; mientras el trébol blanco contribuye mayormente a fines del verano y otoño, el raigrás perenne lo hace más hacia el invierno, como consecuencia de las diferentes temperaturas óptimas para el desarrollo de ambas especies (raigrás perenne 18-21 °C y trébol blanco 24 °C, en dicho trabajo). También cita contrastes en los hábitos de crecimiento (estolonífero y

cespitoso para el trébol blanco y raigrás, respectivamente) y en la orientación de las hojas. Esta arquitectura aseguraría un mayor y mejor uso del espacio horizontal y vertical, además de una mayor eficiencia en la intercepción de la luz para los diferentes estados de crecimiento luego de la defoliación.

A continuación se presentan resultados obtenidos por Boggiano et al. (s.f.) evaluando la respuesta a diferentes intensidades de pastoreo (2,5; 5,0; 7,5 y 10,0 cm de altura de rastrojo) *Lolium multiflorum* tipo westerwoldicum cv LE284, *Lolium multiflorum***Lolium perenne* cv Galaxy (bianual), *Lolium perenne* cv Horizont y una mezcla de *Lolium perenne* cv Horizont con *Trifolium repens* cv Zapican y *Lotus corniculatus* cv San Gabriel. El periodo de evaluación fue desde abril del 2004 a setiembre 2005.

En la figura 1 se observan para cuatro tipos de forraje (mezcla: Horizon, trébol blanco y lotus; LE 284; Horizon y Galaxy) los kg MS / ha disponible y la tasa de crecimiento (kg MS / ha / día) al primer pastoreo.

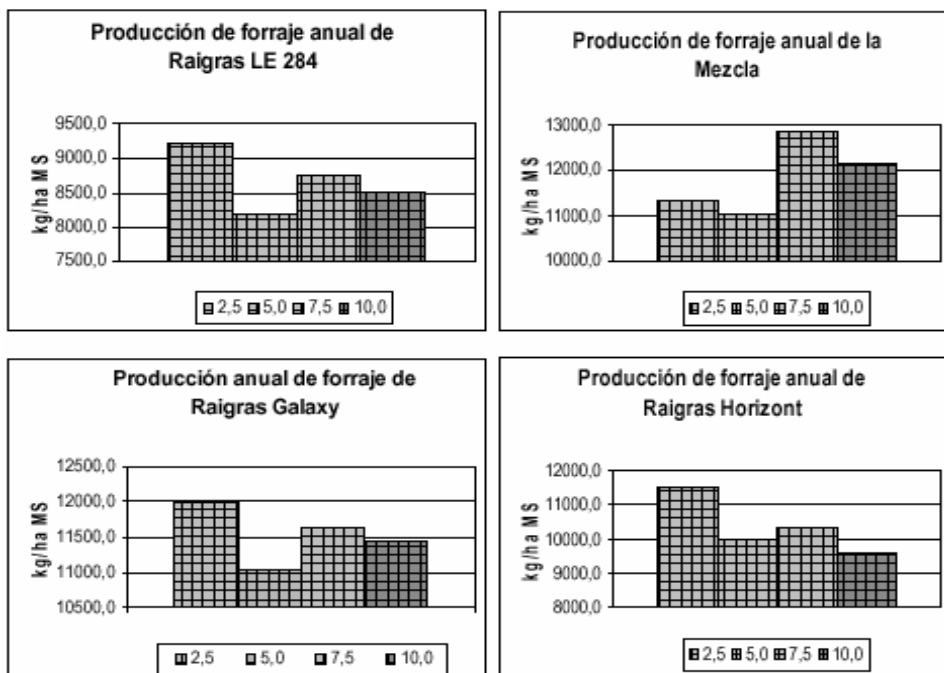


Fuente: Boggiano et al. (s.f.)

Figura 1. Forraje disponible y tasa de crecimiento al primer pastoreo

Boggiano et al. (s.f.) concluyen que la adecuada fecha de siembra (12/4/04) y preparación de la sementera permitió una adecuada implantación (60 % promedio) y un rápido crecimiento inicial, que posibilitó ingresar a pastorear a los 50 días postsiembra con una disponibilidad cercana a los 2000 kg / ha MS (figura N° 1). No se encontraron diferencias significativas para la producción inicial entre los materiales lo que marca el buen vigor inicial de las especies bianuales y perennes que permitió equiparar la producción inicial de la anual.

En la figura 2 se observa la producción de forraje anual según diferentes intensidades de pastoreo (2,5; 5; 7,5; 10 cm).



*eje x: intensidades de pastoreo (cm)

Fuente: Boggiano et al. (s.f.)

Figura 2. Producción anual de forraje según diferentes intensidades de pastoreo para las cuatro pasturas evaluadas.

Para las diferentes intensidades de pastoreo no se encontraron diferencias estadísticas significativas para la variable producción de forraje anual en los distintos cultivares durante el primer año de vida a pesar de existir diferencias de producción de forraje de hasta 1500 kg MS / ha. Si se encontraron diferencias en producción de forraje anual entre las alternativas siendo estadísticamente superior la Mezcla (a) y raigrás Galaxy (a), seguido por el cv Horizont (ab) y por último LE 284 (b).

Las principales diferencias en la producción se relacionaron con el aporte primavero-estival de cada alternativa, siendo que LE 284 que presenta ciclo de producción más corto produjo hojas hasta fines de octubre, mientras que Horizon y Galaxy continuaron produciendo vegetativamente hasta fines de febrero. La diferencia entre estos últimos se relaciona al mayor crecimiento invernal del cv. Galaxy y rebrote más temprano en enero del primer año, determinando una mayor producción estival. La mayor producción de la mezcla fue debida al aporte del cv. Horizon y fundamentalmente al excelente comportamiento estival de Lotus corniculatus. Con referencia a la utilización de forraje se detectó una relación lineal con la intensidad de pastoreo, aumentando al reducir la altura del remanente. La ecuación que expresa esta relación fue: % Utilización = $92,1 - 2,2 \times (\alpha = 5 \%; R^2 = 0,9)$ (Boggiano et al., s.f.).

El cuadro 4 presenta la producción de forraje otoño - invernal para las mismas pasturas pero en su segundo año de vida.

Cuadro 4. Producción otoño-invernal de las pasturas evaluadas.

Alternativa forrajera	Producción otoño-invernal 2005 (kg MS/ha)
Mezcla (Hor+T.blanco+L.corniculatus)	6085 a
Raigrás Horizon	4665 a
Raigrás Galaxy	2751 b
Raigrás LE 284	2318 b

Letras distintas indican diferencias al 0.001. Mds= 1536 kg / ha MS

Fuente: Boggiano et al. (s.f.)

Los objetivos del ensayo realizado por Boggiano et al. (s.f.) son determinar los efectos de los manejos realizados sobre la producción de forraje

otoño-invernal, las diferencias encontradas y presentadas en el cuadro son debidas (a igual que en la producción de forraje anual en el primer año de vida, ya mencionada anteriormente) a un efecto de la alternativa evaluada mas que de la intensidad de pastoreo. A su vez, dichos autores explican que estos resultados son consecuencia de que las alturas determinadas para el ingreso del pastoreo permitieron recuperar el área foliar y el estado de la pastura, amortiguando el efecto de las intensidades de defoliación.

Es de destacar la elevada productividad de las pasturas perennes que permanecen en forma vegetativa durante el verano estando fotosintéticamente activas temprano en el otoño, para capitalizar las favorables condiciones para el crecimiento. Este tipo de pasturas son capaces de sostener más del doble de carga en el período crítico otoño-invernal, levantando una de las principales limitantes observable en los sistemas pastoriles intensivos del Uruguay (Boggiano et al., s.f.).

En el cuadro 5 se presenta un ensayo de diferentes cultivares de raigrás donde se evalúa la producción por corte (porcentaje) y anual de forraje.

Cuadro 5. Producción por corte y anual de forraje

Ensayo de Raigrás Perenne 2006								
CULTIVARES (10)	CORTES 2006					TOTAL 1-5		
	1	2	3	4	5	kgMS/h a	%	
	10/07	01/08	23/08	04/10	14/11			
WP2D0510	4N	104	110	102	98	123	11472	109
FAD 1046	4N	123	105	113	121	92	11458	109
FAD 1036	2N	120	104	115	104	102	11258	107
WP2D0514	4N	90	101	95	95	126	11053	105
HORIZON (T)	4N	121	104	106	120	82	10994	104
GU 200511	2N	98	98	96	93	95	10034	95
WP2D0515	2N	88	92	103	90	100	9956	95
WP2D058	2N	88	100	87	96	96	9930	94
WP2D0516	2N	89	95	98	87	95	9713	92
WP2D0511	2N	80	92	86	96	88	9367	89
Significancia (cultivares)		**	N.S.	*	**	**	**	
Media del Ensayo (kgMS/ha)		1656	1513	1056	2929	3369	10523	
CV %		8	8	11	10	10	6	
MDS 5%		227	--	190	489	583	1160	
C.M.E.		17563	13787	12324	81228	115679	457287	
Fecha de siembra: 10/04/06				Fecha de emergencia: 27/04/06				

Significancia: **: P < 0.01, *: P < 0.05, N.S.: no significativo al 5%.

(T): Testigo.

Fuente: INIA (s.f.)

2.2.3. Composición botánica

La performance y el consumo también están asociados a la composición botánica de la pastura (leguminosas vs. gramíneas) (Elizalde, 1999) y a la proporción de material muerto, ya que esta fracción tiene efectos depresivos en la calidad y en el consumo de forraje.

Gallyean y Goetsch (1993) obtuvieron los datos presentados en el cuadro 6, en cuanto a la composición química de gramíneas y leguminosas.

Cuadro 6. Composición química de gramíneas (raigrás, cebadilla y pasto ovillo) y leguminosas (trébol blanco y alfalfa) (%MS).

	Gramíneas	Leguminosas
Proteína Bruta	8-24	15-30
Carbohidratos solubles	12-20	3-17

Fuente: Gallyean y Goetsch (1993)

Los verdes de invierno, mas aun en su primera utilización presentan un bajo contenido de pared celular y bajo contenido de materia seca, lo que provocaría que la fracción soluble de la materia seca se asemeje a la de una leguminosa en los primeros estadios. Las leguminosas presentan una fracción potencialmente degradable menor y una tasa de degradación mayor en comparación con las gramíneas (Silva et al., 2006).

2.3. FACTORES DEL MANEJO QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Este punto hace referencia a variables de manejo tales como la asignación de forraje, la suplementación con concentrados, tipo y forma de presentación de los mismos (procesamiento del grano), las que podrían incidir sobre el consumo de forraje y consumo total de animales en pastoreo. Estas variables pueden ser modificadas en la mayoría de los casos buscando un balance óptimo entre la productividad de la pastura y la performance animal.

2.3.1. Presión de pastoreo

Según Hodgson (1990) presión de pastoreo es la cantidad de animales por unidad de forraje disponible en un momento determinado de tiempo; por lo tanto, es estrictamente una expresión de la relación entre los animales pastoreando y su comida.

Esta es la variable más importante introducida por el pastoreo, capaz de afectar la utilización de la pastura, su productividad y, por ende, la producción de carne del sistema. La mejora de la producción por hectárea debido a aumentos de la carga animal se puede atribuir a una mejor utilización del forraje producido (Viglizzo, 1981).

Con alta presión de pastoreo se reduce la selectividad, se deteriora la producción individual y se puede incrementar la producción por hectárea al lograrse una mayor eficiencia de utilización (Norbis, 1989). De igual manera, Bianchi, citado por Carriquirry (2002) señala que a mayor asignación de forraje (AF) se logra mayor ganancia de peso debido al mayor consumo y selección de una dieta de mejor calidad. Dougherty et al., citados por Carriquirry (2002) afirman que otra consecuencia de aumentar la asignación es que la utilización cae linealmente.

Viglizzo (1981) reporta que cuando la disponibilidad del forraje es suficiente para permitir la selectividad del ganado, las porciones ingeridas muestran ser más digestibles más ricas en proteína, grasas y azúcares, y más pobres en fibras que el remanente no pastoreado.

La figura 3 resume las relaciones existentes entre AF y performance animal en pastoreo para las diferentes estaciones del año, en nuestras condiciones.

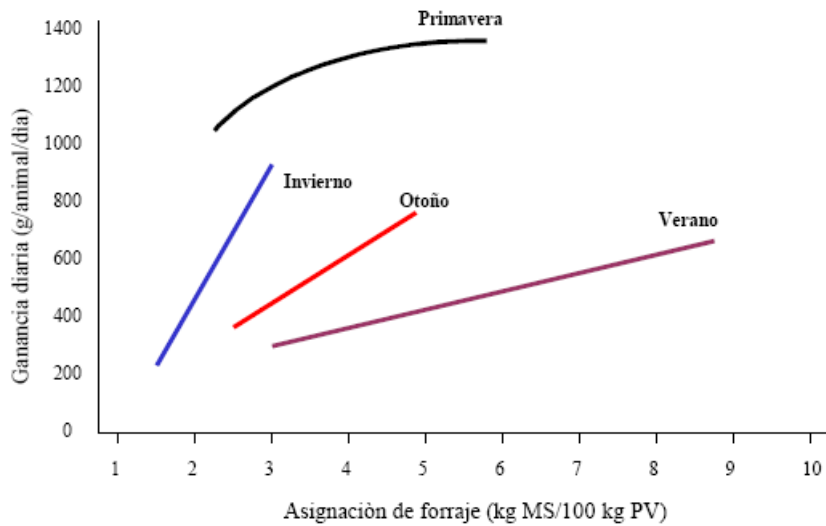


Figura 3. Relación entre asignación de forraje y ganancia diaria animal para las diferentes estaciones del año (Simeone, 2005).

Cuantificar el potencial de producción de una pastura pasa por identificar su capacidad de carga y para ello se evalúa la producción animal en diferentes AF, en tal sentido en el cuadro 7 se puede observar como cambios en la AF y/o disponibilidad de materia seca producen cambios en el consumo y en la performance de diferentes categorías de vacunos.

Cuadro 7. Performance de distintas categorías animales en diferentes condiciones de pastura, disponibilidad y asignación de forraje.

Datos Nacionales								
	Disponible (kg MS/ha)	Categoría animal	AF (% PV)	% Utilización	Consumo (% PV)	Ganancia diaria (kg/a)	Ganancia/ha	Autor y año
Pradera mezcla (Invierno)	-	Terberos (130 kg)	3	53	1,59	0,583 ^c	-	Bianchi (1982)
			6	29	1,74	0,834 ^b		
			9	26	2,34	0,885 ^b		
			12	23	2,76	1,035 ^a		
Avena	-	Terberos	2	-	-	0,530	345	Méndez y Davies (1995)
			2,5			0,760	375	
			3			0,764	360	
			3,5			0,89	310	
			4			0,75	240	
Pradera permanente (55%FDN y 14% PC) (Verano)		Novillos (275 kg)	3	69 ^a	2,07	0,082 ^c	-	Baldi et al. (2001)
			6	51 ^b	3,06	0,370 ^b		
			9	36 ^a	3,24	0,482 ^a		
Avena-Raigrás (Otoño) Pradera mezcla (Invierno)	2400	Novillos (327 kg)	2,5	64 ^a	1,43 ^b	0,194 ^b	-	Berasain et al. (2002)
			5	46 ^b	2,03 ^a	0,275 ^a	5	
Avena-Raigrás (Otoño) Pradera mezcla (Invierno)	2991	Novillos (327 kg)	2,5	65 ^a	1,43 ^b	0,316 ^b	107	Carriquiry et al. (2002)
			5	48 ^b	2,03 ^a	0,507 ^a	83	
Raigrás (Otoño-invierno)	1972	Novillos (278 kg)	2,5	56,7 ^b	2,07 ^b	0,873 ^b	214	Bartaburu et al. (2003)
			5	35,1 ^a	3,16 ^a	1,348 ^a	150	
Raigrás (Otoño-invierno)	2217 ^a	Novillos (320 kg)	2,5	61 ^b	1,88 ^{ab}	0,038 ^b	9,3	Damonte et al. (2004)
	1939 ^a		5	36 ^a	1,97 ^a	0,525 ^a	62,2	
Raigrás (Otoño-invierno)	2085	Novillos (348 kg)	5	48	2,41	0,985		Bidegain et al. (2006)
Raigrás (Otoño-invierno)	2859	Novillos (370 kg)	5	53,8	2,7	1,276	-	Contatore et al. (2007)

a, b y c defieren en la fila estadísticamente en $p < 0,05$

* Raigrás de resiembra natural del cultivar INIA LE 248 sembradas el año 2002

Al analizar el cuadro 7 y la figura 3 podemos concluir en primera instancia que a mayor AF menor es la utilización de forraje, pero se logra un mayor consumo de MS y por lo tanto una mejor performance individual animal. Según la estación del año se observan diferentes tipos de respuestas en lo que

respecta a la performance animal, a pesar de que los consumos no son muy diferentes, por lo que serían otros los factores que estarían actuando. En invierno hay una respuesta importante en ganancia diaria (GD) frente a aumentos en la AF, lo que estaría indicando que el problema de bajas GD sería por bajos niveles de forraje disponible para el animal. En primavera no existe gran respuesta en GD frente a variaciones en la AF, por lo que se podría afirmar que estaríamos en el tope del potencial genético del animal a pastoreo. En verano la respuesta en GD frente a aumentos en la AF es también baja, pero a diferencia de la primavera las GD en esta estación son muy bajas, explicado quizás por una baja calidad de las pasturas en esta estación y al estrés térmico sobre los animales, a su vez parecería que a partir de 6% de AF la respuesta en GD por aumento en la AF comienza a disminuir. Y en otoño se daría una situación de alta respuesta en GD frente a aumentos en la AF, pero no en la magnitud esperada (por tratarse de pasturas de muy alta calidad), atribuyéndose esta baja respuesta a un desbalance entre energía y proteína a nivel ruminal.

Del cuadro 7 se desprende que al aumentar la asignación de forraje las ganancias mejoran. Las variaciones en los ritmos de engorde para una misma época en diferentes años se atribuyen a que la producción de forraje es altamente variable (Elizalde et al., 2003a). Con respecto a esto, en este experimento se busca evaluar el raigrás cultivar Horizon en términos de performance animal según producción de forraje para un rango mas amplio de AF que las encontradas en los experimentos mencionados anteriormente.

2.3.1.1. Efecto de la presión de pastoreo en el consumo de forraje y su utilización

Cangiano (1996) afirma que el porcentaje de utilización de forraje en un pastoreo rotativo, se relaciona en forma negativa con el consumo por animal. Por lo tanto si bien es deseable que la eficiencia de utilización sea alta, debe cuidarse que ello no implique un consumo por animal tan bajo que afecte en demasía las ganancias individuales.

Siguiendo el mismo razonamiento Hodgson (1990) afirma que la eficiencia de utilización del forraje aumenta con el consumo de forraje por aumentos de unidad de área. El consumo de forraje por animal y el consumo por unidad de área están inversamente relacionados, al menos hasta niveles de utilización de forraje en los cuales las tasas de crecimiento del forraje están deprimidas, esto significa que la eficiencia de los procesos de utilización y conversión también probablemente estén inversamente relacionados.

En pastoreo rotativo, el consumo de forraje sólo alcanza el máximo cuando la asignación de forraje es dos veces la cantidad ofrecida. Con el tiempo habrá cambios progresivos en la cantidad de forraje por animal, habrá forraje sin comer que se acumula en las asignaciones altas, el cual será pastoreado cada vez a asignaciones más bajas (Hodgson, 1990).

Cangiano (1996) señala que en pasturas de raigrás y trébol blanco, la producción neta de forraje no parece ser muy afectada por la carga. Los efectos sobre la producción son severos solo en los casos en que se emplean cargas extremas reflejando las variaciones importantes en calidad y cantidad de forraje.

Con cargas bajas el efecto de variar la oferta de forraje es relativamente pequeño, ya que ello solo representa una variación menor en la calidad del forraje consumido por animales sin restricciones. En conclusión la carga óptima puede ser definida como la que maximiza la cosecha de energía y la eficiencia de conversión del forraje producido por una pastura dada, en forma sustentable en el tiempo.

Sumado a esto, Smetham, citado por Cangiano (1996) señala que un aumento en la presión de pastoreo acarrea un aumento en la eficiencia de cosecha del forraje, pero como eso también implica una disminución en el IAF y, consecuentemente, una menor interceptación de luz, la eficiencia de producción de forraje disminuye.

Como fue mencionado anteriormente Hodgson, citado por Cangiano (1996) afirma que la carga afecta la calidad del forraje. En el corto plazo, la calidad del forraje ofrecido aumenta con la intensidad de pastoreo, al disminuir la cantidad de forraje, mientras que en el largo plazo, la calidad dependerá de si se produce o no un reemplazo de las especies sembradas y de la calidad de las mismas. No obstante, en pasturas manejadas con relativa intensidad, al aumentar la carga, la digestibilidad de la ingesta de los animales disminuye, al restringirse las posibilidades de que los animales puedan seleccionar forraje de mejor calidad. Sin embargo, al aumentar la carga en pasturas de zonas templadas, la disminución en el consumo de materia seca fue de mayor importancia relativa que la disminución observable en el valor nutritivo del forraje ingerido. Por lo tanto el efecto de la carga se explica más por una disminución del consumo individual de los animales, que por el efecto depresor que estos pueden tener sobre el crecimiento de la pastura o sobre el valor nutritivo de la dieta (Escuder, citado por Cangiano, 1996).

Concluyendo lo dicho anteriormente, bajo condiciones de restricción de forraje, la estimación de su cantidad y calidad en el potrero y la frecuencia con que se suministra adquiere una relevancia particular. En este caso el concepto de carga animal pierde importancia frente al de presión de pastoreo (kg de materia seca por kg de peso vivo por día) y la asignación de forraje en franja se convierte en el arma principal para la regulación del pastoreo (Vaz Martins 2006).

Según Elizalde (2003a) para obtener un máximo consumo voluntario (3% de peso vivo), se debe asignar 5 – 6 kg de MS_/100 kg de peso vivo (PV); con estos valores de asignación se puede esperar un 45 % de utilización del forraje.

2.3.1.2. Efecto de la presión del pastoreo sobre el forraje residual y su relación con la ganancia animal

Hodgson et al. (1990) concluyeron que la ganancia de peso sobre raigrás esta mas estrechamente relacionada con la disponibilidad del rechazo que con la altura de forraje pastoreado. La ganancia de PV fue disminuida cuando la cantidad de forraje después del pastoreo fue menor a 2000 – 2500 kg_MO_/ha.

Parsons et al., citados por Cangiano (1996) proponen que en pasturas pastoreadas intensamente el factor dominante es la disminución en el crecimiento de forraje; en tanto en pasturas pastoreadas con baja intensidad, lo que domina es el bajo aprovechamiento del forraje producido.

Sumado a esto, Peyraud y Delaby (2001) afirman que el uso de asignaciones de forraje muy elevadas resultan en un deterioro de la calidad de

la pastura a medida que avanza la estación de crecimiento porque se da un incremento en la altura residual de la pastura.

Una descripción del rastrojo que permanece después del pastoreo también puede ser usada para evaluar el impacto del manejo en la performance animal bajo pastoreo rotativo controlado con un nivel relativamente constante de masa de forraje o altura del tapiz antes del pastoreo. Para esta situación el punto crítico para el ganado en pastoreo es una altura de rastrojo de aproximadamente 10 cm (Hodgson, 1990).

En todos los casos es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente eficiente. Para que esto suceda debe estar formado por hojas nuevas, con porcentajes mínimos de mortandad, lo cual compensa temporariamente eventuales IAF bajos (Carámbula, 2002b).

Con referencia a cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), el mismo esta dado por la altura del rastrojo al retirar los animales, lo que no solo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura. En este sentido la mayor intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2002b).

Al respecto, Brougham, citado por Carámbula (2004) ha sugerido un sistema ideal de pastoreo rotativo que se presenta en el cuadro 8, a los efectos de minimizar las pérdidas de forraje invernal y maximizar las tasas de crecimiento y por consiguiente el rendimiento total en pasturas de raigrás perenne-trébol blanco en Nueva Zelanda.

Cuadro 8. Sistema ideal de pastoreo rotativo

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Intervalo de descanso (semanas)	6 – 8	3 – 4	4,5	4 – 6
Pradera pastoreada hasta una altura de (cm)	2,5 – 5,0	2,5 – 7,5	7,5 – 10,0	2,5 – 5,0

Fuente: Broughman, citado por Carámbula (2002a)

Le Du, citado por Adalma et al. (2003) encontró que para animales manejados bajo pastoreo rotativo sobre pasturas de raigrás (*Lolium perenne*) alturas de entrada de 8 – 10 cm podrían comenzar a ser restrictivas para el consumo.

2.3.1.3. Efecto de la presión de pastoreo en la ganancia por animal y por unidad de área

A medida que disminuye la presión de pastoreo existe un aumento en el producto animal expresado como ganancia diaria de peso individual, lo que es lo mismo a mayor intensidad de pastoreo se dan menores ganancias de peso individuales, pero la producción por hectárea es mayor hasta cierto punto, Mott (1960) expresa que luego del mencionado aumento, la producción por hectárea también desciende a causa del marcado descenso en la producción por animal. Esto significa que hay una correlación negativa entre la carga animal y la ganancia por individuo y se debe a que al disminuir la carga aumentan las posibilidades de selección de un forraje de mayor valor nutritivo.

Un ensayo realizado por Marsh, citado por Bartaburu et al. (2003), sobre una pastura de raigrás perenne y trébol blanco se concluyó que trabajando con asignaciones de 3, 4,5, 6 y 7,5 % del PV, había respuestas lineales en ganancia individual, mientras que trabajando con asignaciones de 5, 7,5, 10 y 12% del PV, las respuestas en ganancias de PV fueron curvilíneas encontrándose pequeñas respuestas por encima de una asignación del 10% de PV.

La respuesta en ganancia de PV por animal frente a variaciones en la presión de pastoreo ha sido descrita de dos formas: a) respuesta decreciente en ganancia de PV frente a nuevos incrementos en la presión de pastoreo (Mott, 1960); b) relaciones lineales, con disminuciones constantes frente a incrementos uniformes en la presión de pastoreo (Jones y Sandland, citados por Bartaburu et al., 2003). En cuanto a la ganancia por hectárea la mayoría de los investigadores coinciden que la relación entre producción por hectárea y el aumento en la presión de pastoreo es curvilínea. El modelo lineal predice que valores de ganancia por animal negativos ocurrirán a cargas mayores al doble que la carga optima a diferencia del modelo de Mott que predice que esto pasara con un 50% mas de animales por encima de la carga optima.

2.3.2. Sistemas de manejo del pastoreo

La franja con alambrado eléctrico permite que el animal tenga acceso a una cantidad previamente establecida de forraje, la frecuencia con que se de acceso a ese forraje determina la uniformidad en el consumo que a su vez tendrá efecto en el comportamiento. El tamaño de la franja y el tiempo que los animales permanecen dentro de ella son los dos mecanismos que podemos manejar para obtener éxito en trabajos de suplementación. A medida que aumenta la frecuencia de cambio hacia la franja diaria, los animales tienen

acceso a una cantidad constante de forraje en forma continua que determina una mayor eficiencia de utilización de los nutrientes y por consiguiente un mejor comportamiento (Vaz Martins, 2006).

Animales pastoreando en franjas diarias tienden a presentar una mayor actividad de pastoreo inmediatamente luego de ingresar a la nueva parcela (Beretta et al., 2003), de forma tal que el cambio en la hora de rotación podría afectar el consumo total. Cambios en los componentes de comportamiento animal podrían modificar la respuesta esperada.

Sumado a esto, Silbermann (2003) trabajando con franjas diarias encontró que la mayor parte del forraje desaparece en las dos primeras horas de pastoreo, lo cual podría estar explicado por el apetito de los animales y la característica de la pastura que permiten obtener altas tasas de consumo. Reportando valores de desaparición como porcentaje del total desaparecido de 56%.

En dos experimentos Peyraud et al. (1996) trabajando en franjas diarias sobre pasturas de raigrás perenne en primavera con vacas de 140 +/- 30 días de paridas encontraron reducciones en el tiempo de pastoreo en el tratamiento de menor asignación (19 kg MO / vaca / día) de forraje, dándose la diferencia en reducción en horas de la tarde antes del cambio de franja. Por esto es sugerido que la reducción en el tiempo de pastoreo refleja la habilidad de los animales para anticipar el cambio a una franja con pastura fresca (Tayler, Jamieson y Hodgson, citados por Peyraud et al., 1996).

2.4. SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS ENERGÉTICOS

2.4.1. Conceptos generales

La suplementación se define como el agregado de un nutriente a la dieta base (Pasinato y Sevilla, 2002). Para Pigurina (1991), “suplementación” es el suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado cuando este es escaso o está inadecuadamente balanceado con el objetivo de aumentar el consumo de nutrientes y alcanzar determinados objetivos de producción. Para Elizalde (2001b), suplementar significa “agregar algo que falta” y “no dar mas de lo que sobra”.

La respuesta en producción de animales en pastoreo al uso de un suplemento estará bajo la influencia de las características del forraje consumido (valor nutritivo, digestibilidad, consumo y eficiencia de utilización del forraje), y de la cantidad disponible de forraje base, así como de las características del suplemento, del modo en que es usado, y por el potencial productivo de los animales en cuestión. Todos estos efectos son mediados por la sustitución que ocurre entre forraje y el suplemento (Hodgson 1990, Pigurina 1997, Orcasberro 1997).

La suplementación con concentrados energéticos se presenta por lo tanto no solo como una alternativa para el suministro de nutrientes al animal, sino que permitirá además balancear energéticamente a las dietas pastoriles (Rearte, s.f.).

Los objetivos principales que se persiguen con su uso son:

a) Aumentar la ganancia de peso individual de los animales, situación que se presenta cuando la respuesta animal está condicionada por parte de la pastura ya sea en su calidad, cantidad del forraje disponible o desbalances ocasionados por las características nutricionales de la pastura.

b) Aumentar la carga animal. Cuando la baja disponibilidad estacional, ya sea productividad o superficie de las pasturas, conspira contra el mantenimiento de la carga animal en el sistema de producción, con ganancia de peso requeridas para una adecuada invernada y lograr una eficiente utilización de las pasturas en el resto del ciclo.

c) Prevenir enfermedades nutricionales.

d) Transformar residuos de cosecha en producto animal.

e) La combinación de los objetivos anteriores para aumentar ganancia individual y carga animal (Pasinato y Sevilla 2002, De León 2005).

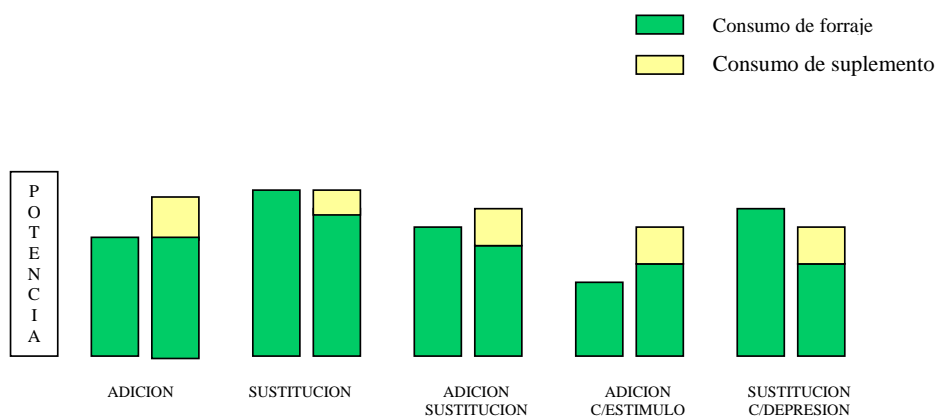
Dada una determinada situación forrajera en lo que respecta a cantidad y calidad, se considera que la demanda de un suplemento son los kg que los animales consumirían si lo dispusieran a voluntad. La diferencia entre los kg demandados y los kg ofrecidos, da el grado de satisfacción / insatisfacción de esa demanda (Mac Loughlin, 2005).

El tiempo que un suplemento queda expuesto se correlaciona positivamente con las posibilidades de consumo por parte de todos los animales. A mayor tiempo de exposición, menor es el número de animales que no consume, disminuye el coeficiente de variación de consumo individual,

aunque no se modifica significativamente el por ciento de animales que ingieren el suplemento por debajo del objetivo propuesto (Mac Loughlin, 2005).

La suplementación de bovinos en pastoreo con granos o concentrados balanceados permite aumentar la cantidad de energía que el animal consume diariamente. Los granos ofrecen alta energía digestible (alto contenido de almidón), pero poca proteína y casi nada de fibra. Es evidente entonces que el alimento base (pasto) debería aportar la proteínas y fibra para complementar al grano (Pordomingo, 1999, 2003).

La figura 4 representa las diferentes respuestas a la suplementación.



Fuente: Viglizzo (1981).

Figura 4. Diferentes interacciones que se presentan al momento de suplementar animales en pastoreo.

Se recomienda que la suplementación se haga a la primera hora de la mañana y si es posible lo más temprano, al aclarar, porque se ha estudiado el

patrón de pastoreo de los animales y uno de los picos definidos de pastoreo es la mañana y el otro es el anochecer. Entonces, se ha visto que el animal que recibe suplementación altera su comportamiento de pastoreo y disminuye el tiempo del mismo. Suplementando temprano por la mañana se pretende no interferir demasiado con los picos de actividad de pastoreo del animal (Gómez, s.f.).

Por su parte Mac Loughlin (2005) manifiesta que según la hora en que se suministre el suplemento, se tendrá mayor o menor demanda del mismo, ya que los animales estarán con distinto grado de llenado. En términos generales, cuando el nivel de insatisfacción de la demanda es alto, es conveniente suministrarlos 5 o 6 horas después del amanecer, dejando que primero se llenen con la pastura. De esta forma también, coincidiendo con Gomez (s.f.) se evita alterar la rutina natural del pastoreo de los animales, y se obtienen mayores ganancias de peso.

En condiciones limitantes de cantidad y/o calidad de forraje, la cantidad y calidad del suplemento son los condicionantes de la respuesta a la suplementación. En condiciones no limitantes de disponibilidad, la calidad del forraje es el principal determinante de la respuesta probable a la suplementación con un determinado suplemento. A su vez, la calidad del suplemento es el determinante de la respuesta a obtener si el forraje es de alta calidad y si ocurren efectos de sustitución. Las respuestas a la suplementación en forrajes de alta calidad son dependientes del control del efecto de sustitución del forraje por el suplemento (Elizalde, 2003d).

En resumen, según Santini y Rearte (1997) para determinar la cantidad y características del suplemento a utilizar es fundamental tener idea de los

nutrientes que los animales están consumiendo de la pastura. Sobre pasturas de calidad la cantidad de forraje disponible por hectárea es uno de los principales factores que afecta la performance de los animales. Por debajo de una determinada disponibilidad la ganancia de peso comienza a disminuir siendo estas circunstancias cuando se obtienen respuestas a la suplementación.

2.4.2. Efectos de la suplementación en el consumo

Cuando se utilizan granos y forrajes en la alimentación de rumiantes se producen efectos asociativos, que se originan a partir de interacciones digestivas y metabólicas que modifican el consumo de energía digestible y metabolizable. Según Dixon y Stockdale, citados por Abdelhadi (2005), tales efectos pueden ser positivos cuando el consumo de EM es mayor que el esperado si el forraje y grano se hubieran dado solos, mientras que los efectos negativos ocurren cuando el consumo de EM es menor al esperado. En cuanto a los efectos positivos, Dixon y Stockdale, citados por Abdelhadi (2005) informan que los mismos ocurren cuando el forraje contiene un nutriente limitante para los microorganismos ruminales (nitrógeno, sulfuro) o para el animal (fósforo) y el mismo es aportado por un grano conteniendo ese nutriente.

Hay muy pocas circunstancias en las cuales los concentrados convencionales, son comidos sin la disminución consiguiente en el consumo de forraje y por lo tanto complementando de verdad a la dieta animal. Más a menudo que no consumir causa un poco de reducción del consumo de forraje. Este es el efecto de sustitución, en el cual la depresión en el consumo de forraje es expresada como una proporción de la cantidad del alimento alternativo ofrecido. En el consumo de forraje influye tanto en el comportamiento como las

limitaciones alimenticias de modo que, cuando una fuente fácilmente asimilada de nutrientes es puesta a disposición en la forma de un concentrado, los animales probablemente gasten menos esfuerzo en el consumo de forraje y reduzcan el consumo de forraje aún donde la disponibilidad de forraje sea bastante baja para limitar el consumo (Hodgson, 1990).

Si el forraje es de alta calidad pero es escaso en cantidad, un suplemento de menor calidad que la del forraje disponible, elevará la ganancia de peso pero nunca será tan elevada como la obtenida con el forraje sólo si estuviera disponible a voluntad o si se ofreciera un suplemento al menos de igual calidad que la del forraje disponible (Elizalde, 2003c).

La cantidad de suplemento consumido influye en el consumo de forraje, la sustitución aumenta cada vez más con el consumo creciente de suplemento (Hodgson, 1990). Sumado a esto, Mac Loughlin (2005) señala que a mayor calidad del suplemento (digestibilidad), mayor es la velocidad de consumo y menor el tiempo expuesto.

2.4.2.1. Efecto de la calidad del forraje sobre la tasa de sustitución

En los forrajes de alta calidad, comúnmente utilizados en los planteos de invernada corta, el proceso fermentativo es muy diferente al que ocurre con los forrajes de baja calidad. El forraje tiene un exceso de proteína, tiene menor contenido de fibra de gran complejidad y de más fácil ataque por parte de las bacterias del rúmen que en un forraje de baja calidad. Bajo estas condiciones y, para los niveles de suplementación normalmente utilizados (1 % del peso vivo), es bastante difícil que ocurra una depresión de la digestión de la fibra por el agregado de granos (Sanson y Clanton, citados por Elizalde, 2003c). En estos

forrajes el efecto de la suplementación será mayor sobre la reducción en el consumo de forraje que sobre el proceso digestivo (Bowman y Sanson, citados por Elizalde, 2003c). Por esto, es importante que cuando se decide suplementar se logre a través del manejo del pastoreo, un forraje de alta calidad (Elizalde, 2003c).

Cuando se relaciona el porcentaje de materia orgánica con la concentración de proteína bruta del forraje se encuentra que, con valores menores a 7 (lo cual probablemente indicaría un déficit proteico) hubo una reducción en el consumo de forraje, mientras que con valores superiores a 12 (forrajes con mayor contenido de proteína bruta), el consumo de forraje aumento por efecto de la suplementación (Abdelhadi, 2005).

Cuando se suplementa un forraje de alta calidad y en condiciones no limitantes de disponibilidad, el consumo de pasto disminuye en mayor proporción que el aumento del consumo total de materia seca provocado por la suplementación. Este efecto se denomina sustitución. Normalmente los efectos de sustitución son mayores, cuanto mayor es la calidad del forraje. Este es un aspecto importante en los planteos de terminación que buscan a través de pasturas de alta calidad y suplementación con granos, lograr altas ganancias de peso. Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad varían entre 0,5 a 1 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido (Tyler y Wilkinson, citados por Elizalde 2003c, Abdelhadi 2005). En forrajes de baja calidad (menos de 60 % de digestibilidad) la sustitución varía entre 0,20 a 0,50 kg de forraje por kg de suplemento ofrecido (Sanson y Clanton, citados por Elizalde, 2003c).

La calidad de la pastura es determinante de la respuesta a la suplementación, en la pastura de alta calidad las ganancias en peso vivo

aumentan hasta niveles de suplementación de 0,5% del peso vivo y se mantienen prácticamente igual al pasar a un consumo de grano del 1% debido al efecto de la sustitución. La respuesta en la pastura de baja calidad muestra adición a todos los niveles. La tasa de sustitución varía dependiendo de la calidad del forraje y su efecto se hace más pronunciado con los aumentos en digestibilidad (Horn y Mc Collum, citados por Vaz Martins, 1996).

El efecto de sustitución aumenta de 35 por ciento en forrajes con una digestibilidad de 40 por ciento a un valor mayor a 80 por ciento en forrajes muy digestibles. La relación mostrada es de hecho sacada de animales consumiendo comidas conservadas, pero los mismos principios se aplican al pastoreo de animales (Hodgson, 1990).

Si el forraje disponible es escaso, el suplemento añadirá nutrientes al animal y la ganancia de peso obtenida será un reflejo de la calidad del forraje base y de la calidad del suplemento (Bowman y Sanson, citados por Elizalde, 2003d). Pero si hay forraje disponible, el animal dejará de consumir pasto (ocurre sustitución) y las respuestas al suplemento serán un reflejo de la calidad del suplemento en relación a la calidad del forraje. En condiciones de sustitución, cuanto más calidad tenga el forraje base, menor será la respuesta al suplemento en términos de ganancia de peso (Horn y McCollum, citados por Elizalde, 2003d). Cuando no ocurre sustitución se podrán mantener las ganancias de peso que se hubiesen logrado con forraje ofrecido a voluntad (que no es el caso del invierno donde existe altísima calidad pero baja disponibilidad). Por esto, en forrajes de alta calidad, es fundamental controlar la disponibilidad del pasto para manejar la sustitución (a través de la variación de la carga) y no desperdiciar suplementos (Elizalde, 2003d).

De la misma manera De León (2005) concluye que los mayores beneficios se logran cuando se incrementa la carga animal, para utilizar el forraje que es sustituido por grano.

En cuanto a los efectos negativos, las reducciones en el consumo de forraje son las más citadas y dependen de la calidad del mismo. Horn y McCollum, citados por Abdelhadi (2005), indican sustituciones mayores (más negativas) con incrementos en la digestibilidad del forraje en bovinos ($r = -0,93$). Por otro lado Minson, citado por Abdelhadi (2005), indica que a medida que el nivel proteico del forraje aumenta, la sustitución aumenta. En una extensa revisión de trabajos, Moore et al., citados por Abdelhadi (2005) encuentran que la mayoría de los incrementos en el consumo de forraje se dieron cuando la suplementación se realizó sobre dietas basadas en campos naturales o paja (forrajes de baja calidad), mientras que las reducciones se produjeron con dietas basadas en forrajes invernales o estivales.

2.4.2.2. Efecto de la cantidad del forraje sobre la tasa de sustitución

El grado de sustitución parece ser sustancial hasta en el forraje difícil de cosechar, probablemente porque, aunque los animales con poca disponibilidad coman con apetito en forrajes cortos o esparcidos, las respuestas a la presencia de un suplemento probablemente serán mayores en circunstancias en que el forraje sea difícil de cosechar, que donde las condiciones de pastoreo son más fáciles. Esto no significa que un suplemento necesariamente será más eficaz en el mejoramiento de la performance animal cuando el forraje está en escasez de oferta que cuando no lo está (Hodgson, 1990).

Según Vaz Martins (1996) con elevadas presiones de pastoreo, la respuesta a la suplementación en bajas cantidades es alta, pero un pequeño aumento en la cantidad de suplemento revierte el efecto de aditivo a sustitutivo.

Por otro lado, Gomez (s.f.) menciona que a medida que aumenta la ganancia de peso debido a la mayor oferta de forraje la respuesta a la suplementación se va diluyendo hasta hacerse nula. Es decir no hay respuesta adicional a la suplementación en animales que tienen una alta ganancia de peso individual.

A disponibilidades importantes de forraje (3% del peso vivo) en condiciones de pasturas cultivadas mezclas de gramíneas y leguminosas, se produce el efecto de sustitución (consumo de suplemento por pastura) y no se observan prácticamente diferencias entre diferentes niveles de suplementación (Vaz Martins, 1996).

Rearte (s.f.) señala que en pasturas de buena calidad, por encima de 2000 kg MS / ha no se obtienen respuestas individuales al grano. Con menos de 2000 kg MS / ha la respuesta individual a la suplementación dependerá de la cantidad de pasto disponible por unidad de superficie, siendo mayor a medida que la disponibilidad de forraje disminuye.

El nivel de sustitución (forraje por concentrado) tiene una relación directa con la cantidad de forraje disponible y se sabe que bajo niveles de restricción del consumo elevados (1,5% del peso vivo) la tasa de sustitución es mínima y la eficiencia de conversión de suplemento en peso vivo elevada. Cuando se aumenta gradualmente la suplementación con grano, se produce en principio un efecto aditivo hasta niveles medios de suplementación y posteriormente a

niveles más altos aparece nuevamente el efecto de sustitución (Vaz Martins, 1996).

En ensayos realizados por Orcasberro (1997) los resultados obtenidos con novillos pastoreando con altas cargas y asignaciones de forraje muy bajas (1,1 – 1,5 kg de MS por 100 kg PV) sugieren que no habría ocurrido sustitución de forraje por suplemento cuando se suministraron 4 kg de heno a 2 kg de concentrado. La diferencia en ganancia de peso de los animales suplementados respecto a los testigos puede ser explicada por el aporte de nutrientes del suplemento.

El suministro de 4 kg de concentrado, cuando la asignación de forraje fue de 1,5%, presentó una conversión de concentrado a ganancia de peso de 6:1. Con asignaciones de forraje mayores (2,4 kg / 100 kg PV), aun con disponibilidades y alturas bajas (1083 y 5,1 cm respectivamente), la conversión alimenticia baja considerablemente 6,5 kg de concentrado / kg de ganancia (Franco et al., no publicado, citados por Orcasberro, 1997).

Estudios realizados por Gómez (s.f.) encontraron que animales sin suplementación pastorean 528 minutos, pero cuando se les brindó 3,5 kg de maíz / animal / día pastoreaban 447 minutos, quiere decir que hubo una merma que estaría reflejando una sustitución debida al efecto de la suplementación. El mismo estudio se realizó en una pastura de baja disponibilidad forrajera y en este caso el animal para compensar esa baja disponibilidad de esa pastura incremento su tiempo de pastoreo, llegando alrededor de más de 10 horas, pero cuando se dio suplementación se observó que el animal disminuía el tiempo de pastoreo en casi 2 horas, por lo que podemos confirmar que la suplementación actúa reduciendo el tiempo de pastoreo de los animales suplementados.

2.4.2.3. Efecto del nivel de suplementación sobre la tasa de sustitución

La elección del nivel de suplementación debería realizarse en proporción al consumo total esperable de alimentos (suplemento + pasto) en base seca. Aunque la estimación del consumo animal es compleja, una referencia de base la provee el 3% del peso vivo (sobre base seca y por día). Se asume que los novillos en invernada sobre pasturas de buena calidad y con suplemento concentrado estarían dispuestos a comer una cantidad de alimento diario (en base seca) equivalente al 3% de su peso. Las experiencias indicarían que para terneros, vaquillonas o novillitos en compensatorio deberían utilizarse valores algo superiores (3,2 a 3,4% del PV) y novillos pesados en terminación valores algo inferiores (2,8 a 3%). Esta referencia permitiría estimar la proporción de la dieta diaria que se asignaría al suplemento (Pordomingo, 2001).

Según Pordomingo (2003) la respuesta en mejora de la eficiencia de conversión de la dieta diaria total (suplemento + pasto) se manifiesta en niveles de suplementación que superan al 0,75% del peso vivo del animal.

Frecuentemente se obtienen los mejores efectos aditivos en aumento de peso cuando el nivel de suplemento ofrecido diariamente (expresado en base seca) se ubica entre el 1,0 y el 1,5% del peso vivo del animal. Este nivel de suplemento reemplaza hasta el 50% de la dieta (base seca), debiendo el remanente ser aportado por el pasto. La suplementación en proporción inferior al 0,75% del peso vivo resulta en mejoras poco importantes del aumento de peso o de la eficiencia de conversión de dieta a carne, pero permite incrementar la carga animal, balancear la oferta del verdeo o pastura y mejorar el ritmo de engorde de categorías que, de otra manera, por falta de disponibilidad de forraje, irían a restricción (Pordomingo, 2003).

A niveles de suplementación por debajo del 0,5% del peso vivo del animal, el efecto sustitutivo es poco importante y podría no afectar el consumo de forraje. Este efecto mejora en consumo de energía digestible y el aumento de peso vivo o la producción de leche (Pordomingo, 2003).

Así, a novillos de 350 kg podría ofrecerse entre 3,5 y 5 kilos por día. A estos niveles de suplementación el grano o suplemento está aportando el 50% de la materia seca que el animal consume diariamente y más del 60% de la energía. Con el aumento del nivel de suplementación se hace necesario el control del balance de nutrientes ofrecidos en la dieta total que el animal recibe en el día. En la medida en que se reduce la participación del forraje fresco se reduce también su efecto corrector de la oferta de nutrientes minerales, vitamínicos y nitrogenados (Pordomingo, 1999).

Prescott, citado por Carriquiry (2002) señala que a mayor digestibilidad del forraje mayor es la sustitución por grano al igual que con mayor contenido de proteína la tasa de sustitución aumenta. Sanson et al., citados por Carriquiry et al. (2002) menciona que en animales suplementados sobre pasturas con digestibilidad menor a 50% llegó a registrarse aumentos en el consumo de MS por adición con estímulo.

2.4.2.4. Eficiencia de utilización de los productos de la fermentación del suplemento

Rearte (s.f.) afirma que la degradabilidad del almidón de los distintos granos en el rúmen, puede ser utilizada como estrategia de suplementación para aumentar la eficiencia de utilización del nitrógeno a este nivel (síntesis bacteriana), transformando una suplementación energética en un incremento de

proteína utilizable por el rumiante. Los granos recomendados por su degradabilidad del almidón a nivel ruminal son el trigo, cebada, avena y centeno, siendo el maíz y el sorgo los menos degradables (cuadro 9).

Orcasberro (1997) menciona que la disminución en la eficiencia del uso del suplemento puede explicarse por sustitución de forraje por concentrado y/o por una interacción negativa en el rúmen entre los componentes de la ración.

La suplementación de animales en la etapa de terminación (350 kg a más pesados) se realiza frecuentemente para acelerar el engorde y reducir el período de mayor costo energético. Los últimos 100 a 150 kg del engorde de novillos constituyen el período de menor eficiencia de conversión potencial por la alta proporción de tejido graso en la composición del engorde y el elevado gasto en peso cuando se suplementa sobre verdeos sazonados (invierno). El efecto de la suplementación sería netamente sustitutivo. Esto ocurre cuando el potencial de engorde del verdeo es alto (aprox. 0,900 a 1,2 kg diario de aumento de peso) (Pordomingo, 2003).

Por el contrario, el engorde rápido de animales jóvenes es el más eficiente en conversión por el menor costo energético de mantenimiento (menor masa corporal) y una menor proporción de tejido graso en el aumento de peso diario, aún en engorde para venta como ternero o novillito. Sobre dietas de buena calidad y sin restricciones al consumo, los terneros duplican en eficiencia de conversión a los novillos sobre planteos. Por otro lado, los animales jóvenes son más exigentes en la calidad de la dieta. Dietas aptas para aumentos de peso superiores a 1 kg diario en novillos grandes pueden ser deficientes en proteína y minerales en alimentación de terneros o vaquillonas (Pordomingo, 2003).

2.4.3. Características del suplemento

Es sabido que el grano de maíz es el energético por excelencia, muy palatable, muy bajo en proteína y minerales, si bien el sorgo es otro suplemento energético excelente, rinde casi un 80% de la energía que entrega el grano de maíz, siendo también limitado en el contenido de proteína y minerales (Acosta, 2000). Las ventajas de suplementar con sorgo son debidas a que el cultivo de sorgo presenta plasticidad vegetativa y reproductiva comparándose con cultivos de verano como girasol y maíz, sumado a que en los últimos años este cultivo presenta mejor adaptabilidad a las condiciones adversas, teniendo un rendimiento mas estable que el cultivo de maíz (Caorsi et al., 2005).

En el cuadro 9 se observan características de los principales granos utilizados como suplemento.

Cuadro 9. Características de los diferentes granos.

	Sorgo	Maíz	Cebada	Avena	Trigo
Dig. Total (%)	79	84	81	75	89
Dig. Ruminal	muy baja	baja	muy alta	Alta	muy alta
Dig. Intestinal	media	alta	media	Media	media
Sitio de digestión del almidón	Pref. intestino	Pref. intestino	Pref. rúmen	Pref. Rúmen	Pref. rúmen

Pref. = preferentemente; Dig. = digestibilidad

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

2.4.3.1. Características generales del grano de sorgo

El almidón de cereales de verano (maíz y sorgo) es de fermentación más lenta (menos accesible a la degradación enzimática ruminal que el de otros

granos) y una parte del mismo escapa a la fermentación ruminal, fracción que es digerida a nivel de intestino delgado. El lugar de utilización del almidón permite, dentro de ciertos límites, dirigir el destino de la energía digerida (crecimiento, engorde o producción de leche). Por lo tanto cualquier mejora en la digestión ruminal del grano de sorgo debería mejorar la eficiencia de utilización por los vacunos (Pordomingo 2003, Montiel y Elizalde 2001b).

En el cuadro 10 se presenta la composición química del grano de sorgo que esta constituido básicamente por proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y polifenoles, en porcentajes variables según genotipo y ambiente.

Cuadro 10. Composición promedio de los principales constituyentes

	Sorgo
Proteína %	7,0 – 14,0
Lípidos %	2,4 – 6,5
Carbohidratos %	70,0 – 90,0
Fibra %	1,2 – 3,5
Ca (mg (100) - 1)	11,0 – 58,6
P	167,0 -751,0
Fe	0,9 - 20,0
Tiamina	0,2 - 0,5
Niacina	2,9 - 6,4
Riboflavina	0,1 - 0,2

Fuente: García, citado por Montiel y Elizalde (2001b)

La composición química del sorgo es bastante similar a la del maíz con la diferencia en el contenido de almidón y proteína que es mayor en sorgo, y en el aceite que es mayor en maíz. El contenido de proteína del sorgo está comprendido entre 5 y 19, 3 %, con una media de 10,7 % dependiendo del cultivar utilizado y factores de suelo y clima (Domanski et al., 1997). Por el

contrario García, citado por Montiel y Elizalde (2001b) afirma que el sorgo es de menor contenido proteico que el maíz (7%).

Las proteínas del sorgo son en general altas en los aminoácidos, leucina, ácido glutámico, alanina, prolina y ácido aspártico, siendo lisina, metionina y triptófano los más limitantes. Aproximadamente el 80 % de los lípidos en sorgo son insaturados, constituyendo los ácidos oleico y linoléico el 76 % de todos los ácidos grasos. Niveles altos de almidón (82%, variando el contenido del mismo según el genotipo, con valores promedios alrededor del 74 %) están contenidos en el endospermo y su aprovechamiento depende entre otros factores, de la textura y tipo de endospermo. Por lo tanto el contenido energético del sorgo proviene de los carbohidratos y los lípidos presentes. El contenido de fibra del sorgo es bajo lo cual aumenta su digestibilidad (Domanski et al., 1997).

La presencia de taninos le confiere un sabor levemente amargo, lo que al comienzo de la suplementación puede hacer disminuir un poco el consumo esperado. La formación de complejos proteína – taninos, hace que parte de la primera escape a la degradación ruminal (50%). El almidón es de características similares al del maíz en lo que respecta a su solubilidad. Pero al mismo tiempo, los taninos condensados tienen un impacto negativo en el grano de sorgo como alimento, ya que presentan efectos anti-nutricionales. Dichos efectos influyen en la disminución de la digestibilidad de los componentes químicos del grano. Esto se traduce en una menor tasa de crecimiento y eficiencia de conversión en vacunos (Maxson et al., citados por Montiel y Elizalde, 2001b), así como en otros animales como ratas, aves y porcinos (Shirley, citado por Montiel y Elizalde, 2001b).

Resulta difícil separar lo que es palatabilidad de preferencia de los animales. Las características que más claramente definen la palatabilidad son el sabor dulce sobre el amargo, hecho que se refleja en la mayor aceptabilidad del grano de maíz con respecto al sorgo alto en tanino (Mac Loughlin, 2005).

Los taninos condensados son sustancias poli-fenólicas que se encuentran en la testa de los granos de sorgo y son responsables de caracteres agronómicos deseables, tales como resistencia del grano al deterioro ambiental, al almacenamiento, al daño por hongos, y bajo determinadas condiciones, resistencia a la depravación por los pájaros (Maxson et al., 1972).

Tradicionalmente, el sorgo cuenta con más cuerpos proteicos presentes en el grano que limitan la degradación bacteriana con respecto al maíz. La variabilidad en la composición química y calidad nutritiva del grano de sorgo puede ser atribuida en parte a las diversas condiciones ambientales a las que puede ser sometido durante su crecimiento y maduración. Por otra parte, el valor alimenticio del sorgo puede estar determinado por la presencia de taninos y por el genotipo, ya que este último determina la naturaleza de la textura (harinoso, intermedio y córneo), el tipo de endosperma (normal, heterowaxy y waxy) y la composición química (Montiel y Elizalde, 2001b).

2.4.3.2. Efecto del procesamiento

Huntington (1997), observó que independientemente del método de procesamiento utilizado, la digestibilidad en la totalidad del tracto es más elevada para grano húmedo. El cuadro 11 se presenta para maíz y sorgo la digestibilidad según el método de procesamiento.

|

Cuadro 11. Digestibilidad del almidón de los granos de maíz y sorgo con diferentes métodos de procesamiento.

Grano	Método de Procesamiento	Consumo de almidón (kg/d)	Degradabilidad del consumo de almidón (%)	Digestibilidad del almidón (%)
Maíz	Seco molido	11,7	49,5	93,5
	Seco arrollado	2,1	76,2	92,2
	Húmedo	3,9	89,9	95,3
Sorgo	Seco molido	3,8	70	91
	Seco arrollado	4,8	59,8	87,2
	Húmedo	3,6	73,2	92,8

Fuente: Huntington (1997)

Caorsi et al. (2005) concluyen que para un mismo proceso, el maíz aparece como levemente mas digestible que el sorgo (93 vs 91, 92 vs 87 y 95 vs 92% maíz y sorgo molido, arrollado y húmedo, respectivamente). Estos autores agregan que los niveles elevados de consumo de almidón, corresponden a dietas con 80 y 90 % de grano y a altos consumos de ración, esto podría explicar la baja digestibilidad ruminal del almidón del grano de maíz seco molido (49%) en comparación al sorgo (70%) en el mismo estado. Los consumos elevados el tamaño de partícula pequeña estarían provocando un pasaje muy rápido por el rúmen incrementándose en forma importante la digestión ruminal.

Cuando se suplementa sobre pasturas de alta degradabilidad (pasturas de otoño y verdes de invierno), el proceso fermentativo de ese forraje es rápido y el mejor complemento ocurre con granos molidos. Sobre verdes más sazonados o pasturas mixtas en otras épocas del año, el procesado quebrado es generalmente suficiente para alcanzar una buena digestibilidad del grano (Pordomingo, 2003).

Por su parte, la mayoría de los sorgos requiere del procesado (aplastado, quebrado o molido) para su mejor utilización. El aplastado del sorgo es suficiente para lograr una digestibilidad aceptable del mismo, pero el molido la optimiza (Pordomingo, 2003). Al procesar el grano se rompe la cutícula que cubre la semilla, se producen partículas de menor tamaño que aumentan la superficie de digestión y la hacen más rápida y extensa (Stock y Mader, 2005).

En términos generales, la reducción del tamaño expone el almidón y aumenta la solubilidad del suplemento, consecuentemente se fermenta con mayor velocidad en el rúmen. Los granos enteros tamaño pequeño (sorgo, trigo) permanecen menos tiempo en el rúmen que los más grandes (maíz) y se digieren menos. De la misma manera, los de cubiertas más duras oponen mayor resistencia a la acción de la microflora ruminal y su digestibilidad es menor. Se deduce entonces que el procesado de granos pequeños y duros es inevitable. La masticación (rumia) del animal rompe los granos y aumenta su digestibilidad, pero no es suficiente, sobre todo si el grano es complemento de dietas de alta calidad como verdeos de invierno o pasturas de leguminosas muy buenas donde la rumia es escasa y la tasa de pasaje del alimento por el tracto digestivo es alta (Pordomingo, 2003).

El almidón representa el 70% de la MS y la proteína se muestra con menor digestibilidad en el grano de sorgo en relación a otros granos. La velocidad a la que es degradado el almidón en el rúmen del ganado es también mucho menor en el grano de sorgo que en otros granos. Por lo tanto, el procesamiento del grano de sorgo incrementa la cantidad y la velocidad a la que el almidón es digerido, aumentando su valor nutritivo (Camps y González 2003, Stock y Mader 2005).

Dependiendo del nivel de procesamiento que tenga ese grano, la digestión se producirá en diferentes sitios. Al respecto, Huntington, citado por Abdelhadi (2005), comunica que el almidón de los granos es mejor utilizado cuando es extensamente fermentado en rúmen, ya que del almidón que llega a intestino delgado el 45% no es absorbido como glucosa.

Ha sido ampliamente reconocido que el grano de sorgo debe ser procesado para ser eficientemente utilizado por el ganado de carne en terminación. El grano de sorgo responde mejor al procesamiento que los granos de maíz, trigo y cebada. El grano de sorgo seco partido tiene un valor relativo con respecto al grano de maíz tratado de igual forma de 85 % a 95 % (promedio 90 %). El procesamiento del grano de sorgo por métodos más sofisticados aumenta su valor alimenticio en relación al grano partido seco (Camps y González 2003, Stock y Mader 2005).

El partido del grano de sorgo seco, da como resultado partículas más grandes con menor contenido de polvo comparado con el molido fino. Sin embargo, los datos disponibles indican que no hay una gran diferencia en la aceptabilidad, ganancia diaria de peso o eficiencia de conversión entre ambos métodos (Camps y González, 2003). La comparación entre grano de sorgo seco partido y grano de sorgo seco molido pone de manifiesto este hecho. Todos los granos deben haber sido procesados, caso contrario, la eficiencia se verá afectada en relación a la cantidad de granos enteros en la dieta. En forma diferente al maíz, el grano de sorgo entero pasa en gran cantidad sin ser digerido por el animal (Camps y González, 2003).

La intensidad del tratamiento al que son sometidos los granos de los cereales puede tener una notable influencia en el pH de la panza. Concretamente, si se alimenta con grano entero a los ovidos, aumenta el tiempo que tardan en comerlo y rumiarlo, aumentando por tanto la producción de saliva. En consecuencia, en el interior de la panza el pH es más elevado y la digestión de la celulosa resulta menos perjudicada (Orskov, 1990).

El maíz, sorgo, y la papa poseen una cierta capacidad by-pass en sus almidones que en promedio no supera los 200 g de almidón protegido por kg de MS. La capacidad by-pass del almidón contenido en sorgo es alta. A su vez, la capacidad by-pass del almidón disminuye con el procesado del grano (entero >partido >aplastado >molido> vapor> ensilado) (Gagliostro, 2005).

2.4.4. Suplementación en pasturas desbalanceadas

Sobre pasturas de buena calidad, la suplementación con granos de cereales mejora las ganancias de peso cuando las disponibilidades forrajeras son limitantes o cuando corrige desbalances estacionales ya sea en las pasturas base alfalfa o en verdes de invierno (De León, 2005).

Pasturas de alfalfa y verdes tempranos pastoreados en otoño generalmente contienen: a) bajo contenido de materia seca y fibra efectiva, b) muy bajo contenido de carbohidratos solubles, y c) muy alto de nitrógeno. En otoño se obtienen las mejores respuestas aditivas a la suplementación con incrementos del 100% en el aumento diario de peso vivo debido a la complementariedad de la dieta. En invierno, sobre verdes sazonados, el suplemento (grano) resulta principalmente en efectos de sustitución y permite aumento de carga animal (Pordomingo, 2003).

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

Sobre verdeos y pasturas de alto contenido de nitrógeno, la utilización de granos con mayor digestión ruminal permitiría disminuir las concentraciones de amoníaco en rúmen y atenuar su absorción, aumentar la producción de proteína microbiana a nivel de rúmen, aumentar la cantidad absorbida de aminoácidos de origen microbiano para crecimiento en novillos en desarrollo, aumentar la cantidad de ácido propiónico producido en rúmen, la producción de glucosa en hígado y los niveles circulantes de insulina condiciones altamente favorables para deposición de grasa en novillos en terminación (Pordomingo 2003, Gagliostro 2005).

En condiciones de pastoreo (verdeos y recursos otoño-invernales) resulta dable esperar que la utilización de granos con mayor velocidad e intensidad de digestión ruminal favorezcan la ganancia de peso al estimular la proteosíntesis microbiana en rúmen y disminuir los excesos de amoníaco (Gagliostro, 2005).

Los vacunos que consumen forrajes de baja calidad, con alto contenido de fibra (FDN > 70%) y bajo de proteína (PC < 6%) minerales y vitaminas, y con baja digestibilidad (digestibilidad de MO < 50%), manifiestan máximos consumos voluntarios que no alcanzan a satisfacer sus necesidades de mantenimiento (Orcasberro, 1997).

Damonte et al. (2004) trabajando con suplementación energética al 1% de peso vivo con grano de maíz lograron aumentos significativos en la performance animal, independientemente de la asignación de forraje, siendo

asociado a un mayor consumo total de materia seca y nutrientes digestibles totales. La explicación de este efecto se debe a que los verdeos manejados en dicha estación presentan generalmente un acentuado desbalance en proteínas-carbohidratos solubles y una alta tasa de pasaje dado el elevado contenido de agua. Por lo tanto, la suplementación de un alimento seco de alto valor energético (sorgo) mejoraría notablemente el balance de la dieta (Gagliostro, 2005).

El siguiente cuadro muestra la respuesta a la suplementación con grano de maíz y sorgo sobre raigrás.

Cuadro 12. Respuesta a la suplementación con concentrados energéticos sobre verdes de invierno.

Datos Nacionales							
	Categoría animal	AF (% PV)	Nivel de supl. (%)	Ganancia diaria (kg)	Producción de carne (kg/ha)	Eficiencia de conversión (kg supl/kg carne)	Autor
Raigrás	Novillos	2,5	0	0,316	107	-	Carriquiry et al. (2002)
			1 GE	1,069	335	4,7	
			1 GM	1,122	349	4,5	
		5	0	0,507	83	-	
			1 GE	1,057	173	6,0	
			1 GM	1,217	188	4,9	
Raigrás	Novillos	2,5	0	0,873	214	-	Bartaburu et al. (2003)
			1 GE	1,305	313	7,7	
			1 GM	1,252	300	7,0	
		5	0	1,348	150	-	
			1 GE	1,315	155	85,4	
			1 GM	1,367	154	56,6	
Raigrás	Novillos	2,5	0	0,038	9,3	-	Damonte et al. (2004)
			1 GE	0,447	103,1	8	
			1 GM	0,455	106,4	7,6	
		5	0	0,525	62,2	-	
			1 GE	0,882	102,7	8,7	
			1 GM	1,002	115,7	6,5	
Raigrás	Novillos	5%	0	0,985			Bidegain et al. (2006)
			1 GS	1,302			
Raigrás	Novillos	5%	0	1,276	-	-	Contatore et al. (2007)
			1 GS	1,499	-	16,7	

AF= asignación de forraje; PV = peso vivo; supl.= suplementación; GE = grano maíz entero; GM= grano maíz molido; GS = grano sorgo molido

2.4.5. Nivel de la suplementación

En la medida que los niveles de energía del suplemento aumentan, el consumo de forraje usualmente disminuye. Reducciones en el consumo de forraje asociado a la suplementación con maíz han sido atribuidos al almidón

del grano suplementado (Caton y Dhuyvetter, 1997). Estas reducciones han sido atribuidas a las depresiones en el pH ruminal o a un efecto de los carbohidratos (Mould et al., citados por Caton y Dhuyvetter, 1997). La declinación del pH ruminal asociado al incremento del almidón dietario afecta las bacterias ruminales hacia mayores poblaciones amilolíticas y menores celulolíticas. Estos cambios resultantes se piensan que reducen la digestión de la fibra y afectan negativamente el consumo de forraje (Caton y Dhuyvetter, 1997).

Según Elizalde (2003b) la sustitución de forraje por grano cuando el animal se encuentra consumiendo forrajes de mala calidad comienza con niveles de 1 % de suplementación, con niveles menores se da un aumento del consumo; en cambio en forrajes de alta calidad la sustitución ya comienza en niveles de suplementación de 0,2-0,3 % del PV.

El cuadro 13 presenta datos nacionales de efectos de asignación de forraje y del nivel de suplementación sobre el consumo de forraje y performance animal.

Cuadro 13. Efectos de la asignación de forraje y del nivel de suplementación sobre el consumo de forraje y la performance animal.

Datos Nacionales								
	Disponible (kg MS/ha)	Categoría animal	AF (% PV)	Nivel de supl. (%)	Consumo de forraje (kg MS/a/d)	Tasa de sustitución (kg MS/kg supl.)	Ganancia diaria (kg)	Autor
Avena, Raigrás y pp	2991	Novillos	2,5	0	4,48	-	0,316	Berasain et al. (2002)
				1 GE	4,41	0,15	1,069	
				1 GM	4,51	0,25	1,122	
			5	0	6,54	-	0,507	
				1 GE	5,47	0,63	1,057	
				1 GM	6,38	0,46	1,217	
Raigrás	1972	Novillos	2,5	0	6,25	-	0,873	Elizondo et al. (2003)
				1 GE	6,25	0,10	1,305	
				1 GM	5,97	0,14	1,252	
			5	0	9,79	-	1,348	
				1 GE	5,70	0,85	1,315	
				1 GM	7,05	1,53	1,367	
Raigrás	1956	Novillos	2,5	0	5,8		0,038	Damonte et al. (2004)
				1 GE	5,1		0,447	
				1 GM	5		0,455	
			5	0	6,3		0,525	
				1 GE	6,5		0,882	
				1 GM	7,6		1,002	
Raigrás	1999 ^a	Novillos	5	0	7,2	-	0,985 ^b	Bidegain et al. (2006)
	2085 ^a			1 GS	10	0,78	1,302 ^a	
Raigrás	2859	Novillos	5	0	10,99	-	1,276 ^b	Contatore et al. (2007)
	2903			1 GS	10,32	0,19	1,499 ^a	

AF= asignación de forraje; PV = peso vivo; supl.= suplementación; pp = pradera permanente compuesta por trébol blanco, trébol rojo, festuca y lotus corniculatus; GE = grano entero de maíz; GM = grano molido de maíz.

2.4.6. Efecto de la suplementación en la digestión

Se podría tomar como regla general que los suplementos energéticos están hechos a base de granos, y en la medida que sean ricos en almidón (maíz y sorgo) y sean suministrados en cantidades elevadas los mismos pueden deprimir la digestibilidad del forraje y en particular de la fracción fibra, deprimiendo también el consumo (carbohidratos rápidamente fermentecibles produce efectos negativos sobre la digestión del forraje de baja calidad) (Mieres s.f., Orcasberro 1997). Como consecuencia ocurre una disminución en la eficiencia de uso del suplemento explicándose por sustitución de forraje por concentrado y/o por una interacción negativa en el rúmen entre los componentes de la ración (Orcasberro, 1997).

Como se menciona anteriormente cuando se ofrece grano, existe una depresión parcial en la digestión de la fibra del forraje que puede atentar contra el beneficio de agregar un alimento más digestible respecto del forraje base. Pero éste según Galyean y Goetsch (1993) es un concepto demasiado generalista, porque también es cierto que esto ocurre cuando el forraje es de baja calidad (con excesos de fibra y deficiencias de proteínas) pero no en situaciones de forrajes de alta calidad (fibra más digestible y excesos de proteína). En condiciones de forrajes de baja calidad, el proceso digestivo es más lento porque la estructura compleja de la fibra obliga a una secuencia de eventos gobernados por diferentes especies de bacterias en el rúmen.

Cualquier interferencia por el agregado del grano a través de una reducción del pH ruminal (Catón y Dhuyvetter, citados por Elizalde, 2003d) o porque las bacterias que digieren la fibra prefieran el almidón, tendrá un efecto depresivo sobre el proceso de digestión de la fibra (incluso para suplementaciones del orden del 1 % del peso vivo (Cochran, citado por Elizalde, 2003d). En forrajes de baja calidad el agregado de granos ha sido más perjudicial sobre la digestión de la fibra que sobre la reducción en el consumo de forraje (Jones 1988, Cochran, citado por Elizalde 2003d). Como estos forrajes también son deficientes en proteína, el agregado de suplementos proteicos ha sido más efectivo que el grano porque además de mejorar la digestión de la fibra se han registrado aumentos en el consumo de forraje y en la ganancia de peso (Elizalde, 2003d).

Hodgson (1990) señala que la sustitución probablemente será directamente afectada por la concentración nutritiva del forraje pastado, en particular cuando es alimentado con un concentrado. Esto es porque un suplemento de alta concentración nutritiva probablemente realzará la eficacia de la fermentación en el rúmen en animales que comen un forraje de calidad baja, pero la adición de la misma comida al forraje que ya contiene cantidades sustanciales de energía fácilmente disponible realmente puede deprimir la digestión de los componentes estructurales de la dieta.

Gómez (s.f.) plantea evidencias que indican que el ambiente ruminal es uno de los responsables de que cuando damos suplementos energéticos la digestibilidad total de la ración también disminuye. No olvidemos que hay bacterias que normalmente están adiestradas para degradar todo lo que esta relacionado con la fibra y cuando ponemos un suplemento energético se requiere otro nivel de especialización. Por otro lado la acidez del rúmen esta

directamente afectada por el concentrado energético y entonces también disminuirá el potencial de degradación de la fibra del forraje verde.

Leventini et al., citados por Abdelhadi (2005) suplementando con cebada en niveles de 10, 30 y 50% de la dieta, encontraron una disminución lineal en las tasa de digestión ruminal de la MS y fibra detergente neutro (FDN). Para explicar tales efectos y resumiendo los conceptos asociativos volcados anteriormente se han propuesto las siguientes teorías: a) pH ruminal, b) efecto carbohidrato, c) competencia de bacterias por nutrientes esenciales.

a) pH ruminal

La fermentación ruminal produce ácidos grasos volátiles (AGV) que reducen el pH cuando la producción supera a la absorción. Al suplementar con carbohidratos rápidamente fermentecibles (CRF), se vio que el pH disminuye y que la tendencia fue lineal en relación al nivel de CRF (Dixon y Stockdale, citados por Abdelhadi, 2005). Orskov (1982), Mould et al., citados por Abdelhadi (2005) indican que un pH ruminal debajo de 6,2 reduce la actividad de bacterias celulolíticas y la digestión de la paja; indicando que depresiones en el pH podrían ser responsables de las reducciones en la digestibilidad de la fibra asociada con la suplementación con granos. Por su parte, Horn y Mc Collum, citados por Abdelhadi (2005) proponen que la disminución en la adhesión y la muerte bacteriana serían los mecanismos por los cuales el pH disminuye la digestión ruminal de los forrajes. Sin embargo, Catón y Dhuyveter, citados por Abdelhadi (2005) a partir de una extensa revisión de trabajos concluyen que el pH no siempre es reducido por la suplementación con granos, y algunos datos indican que las disminuciones en la digestibilidad del forraje pueden ocurrir independientemente del efecto sobre el pH ruminal; por ello aunque parece

lógico que las reducciones en el pH expliquen reducciones en el consumo y digestibilidad del forraje, solo una parte de la información apoya esta teoría.

b) Efecto carbohidrato

Cuando se intento disminuir los efectos del pH sobre la digestión de la fibra a través del uso de buffers, se vio que buena parte de dichos efectos negativos seguían. Esto constituye la teoría propuesta Mould et al., citados por Abdelhadi (2005) conocida como “efecto carbohidrato”.

c) Competencia de bacterias por nutrientes esenciales

Es otra de las teorías citadas en la bibliografía (Horn y McCollum, citados por Abdelhadi, 2005). En situaciones en las cuales la PB es limitante, la suplementación energética empeoraría la deficiencia de PB, resultando en una reducción en el consumo, digestibilidad y respuesta animal (Catón y Dhuyveter, citados por Abdelhadi, 2005). El-Shazly et al., citados por Abdelhadi (2005) sugiere que las deficiencias ruminales de amoníaco tienen un rol muy importante en la inhibición de la digestión de la celulosa debida a la suplementación con almidón. Satter y Roffler, citados por Abdelhadi (2005) establecen que manteniendo los valores de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) por encima de 5 mg/dl, no habría efectos sobre la producción de proteína microbiana. Finalmente Horn y McCollum, citados por Abdelhadi (2005) proponen que diferencias en la degradabilidad ruminal de la proteína de los granos y el efecto del procesamiento afectarían la concentración de amoníaco en rumiantes en pastoreo con suplementación energética, y deberían ser más estudiados.

2.5. COMPORTAMIENTO ANIMAL: EFECTOS SOBRE EL CONSUMO Y LA PRODUCCION

2.5.1. Aspectos sociales

Según Pigurina (1991b), existen diversos factores que muchas veces determinan el éxito o el fracaso de un programa de suplementación. Entre lo mas importantes están: el acostumbramiento del lote a suplementar, la dominancia social, la frecuencia de suplementación, la hora del día en la cual se suplementa, los tipos de comederos, problemas metabólicos y de sanidad.

En cuanto al acostumbramiento de los animales a la suplementación Oficialdegui (1991) lo define como el tiempo que demora el animal o el grupo de animales en acostumbrarse a una rutina nueva y diferente a sus hábitos, a demás del tiempo de adaptación del aparato digestivo (fundamentalmente el rúmen) a la nueva dieta.

Las interacciones entre los individuos que forman una población animal en pastoreo pueden afectar la performance de individuos, y de la población en su conjunto de varios modos. Los individuos dentro de un grupo están en competencia directa por el alimento siempre que el suministro sea limitante. El grado de competencia, y el impacto de la competencia en la performance animal, será afectado por la mezcla de animales implicados en sistemas particulares (Hodgson, 1990).

En esquemas de suplementación el nivel de insatisfacción de la demanda (diferencia entre los kg de demanda y los ofrecidos), determina la intensidad en la competitividad por el suplemento. La uniformidad de la

demanda y la homogeneidad en algunas características del lote de animales como tamaño, edad, astado / mocho, raza, etc., da el grado de igualdad de oportunidades de los individuos para la competitividad (Mac Loughlin, 2005).

Se ha observado que cuando los recursos alimenticios son limitantes, los individuos con altos requerimientos de energía, y por consiguiente mayor demanda por el suplemento, suelen ser más insistentes y agresivos en el momento de tener que hacerse un lugar en el comedero. Una alta variabilidad en los requerimientos de energía de los animales que integran un lote, necesariamente implicará consumos de alimento desparejos (Mac Loughlin, 2005).

La conformación del lote de animales suele ser la causa más importante del grado de uniformidad de la demanda y de la variación de consumo individual de la pastura y del suplemento. Cuando el peso vivo, raza, potencial genético para crecimiento, sexo, categoría, historia nutricional, etc., no es homogéneo entre los integrantes del grupo, se producen consumos desiguales debido a las diferencias en la demanda del suplemento, y a las interacciones sociales. Algunas de estas fuentes de variación de consumo individual, como las diferentes historias nutricionales, ejercen su influencia principalmente en las etapas iniciales, mientras que otras persistirán durante todo el ciclo productivo (Mac Loughlin, 2005).

El tamaño y la edad de los animales tienen una directa relación con las interacciones sociales de dominancia y subordinación. En situaciones donde los recursos alimenticios son limitados, los individuos más jóvenes y de menor peso corporal (en general subordinados), suelen quedar relegados ante las actitudes intimidatorias de los que ocupan lugares más altos en la jerarquía social. Estos,

cuando se acercan a los comederos, desplazan a los subordinados disminuyendo sus posibilidades de consumo (Mac Loughlin, 2005).

2.5.2. Selectividad animal

La selectividad ha sido interpretada por Robbins, citado por Montossi (s.f.) como "un proceso dinámico, multifactorial, que integra los requerimientos animales y sus capacidades metabólicas, con un vasto conjunto de plantas con diferentes configuraciones químicas y espaciales que determinan distintos valores absolutos y relativos de los diferentes componentes de la dieta".

Aunque es conocido que los animales pastorean selectivamente, todavía no están claros los mecanismos por los cuales seleccionan o rechazan un determinado material. Estos pueden deberse a la capacidad de percibir alguna diferencia intrínseca del forraje, a la facilidad de cosecha de ese material, o a una conjunción de ambas razones (Cangiano, 1996).

Cuando existe un exceso de forraje con respecto a la demanda del animal y hay heterogeneidad, ya sea en atributos estructurales o de valor nutritivo, los animales tienen oportunidad de seleccionar, cosechando algunas partes de la planta y rechazando otras (Cangiano, 1996). Por esto, el material muerto puede ser rechazado por los animales debido a su baja preferencia y su baja accesibilidad en la base de la pastura (Poppi et al., Vallentine, citados por Montossi et al., 1996).

La selección dependerá de las preferencias animales entre los componentes alternativos de la pastura, así como de su distribución dentro de la misma (Hodgson, 1981). En pasturas templadas, existe evidencia que

sugiere que la dieta de animales con fístula esofágica es el reflejo directo de la proporción de los diferentes componentes encontrados en los horizontes superiores de la pastura, mostrando un pastoreo no selectivo de los mismos (Milne et al., Barthram y Grant, Illius et al., Clark, citados por Montossi, s.f.). No obstante, en algunos casos la bibliografía muestra la existencia de una gran selección a favor del trébol blanco por parte de los animales (Hodgson, 1981) o por componentes foliares de la base de la pastura (Poppi et al., 1987). Poppi et al. (1987) sugirieron que los ovinos tienen preferencia a seleccionar el trébol blanco dentro de una pastura, pero éste suele ser el caso en que el mismo se encuentra presente en una alta proporción en el horizonte de pastoreo. Las diferencias observadas entre el contenido de trébol de la pastura y la dieta, podrían desaparecer cuando la comparación está basada sobre la proporción de trébol encontrada en los horizontes superficiales de la pastura (Milne et al., Clark y Harris, Bootsma et al., Milne, citados por Montossi, s.f.). Estos descubrimientos demuestran la complejidad de interpretar la selectividad animal, al carecer de información sobre el efecto de la estructura de la pastura (Hodgson, Milne et al., Bootsma et al., Hodgson et al., citados por Montossi, s.f.).

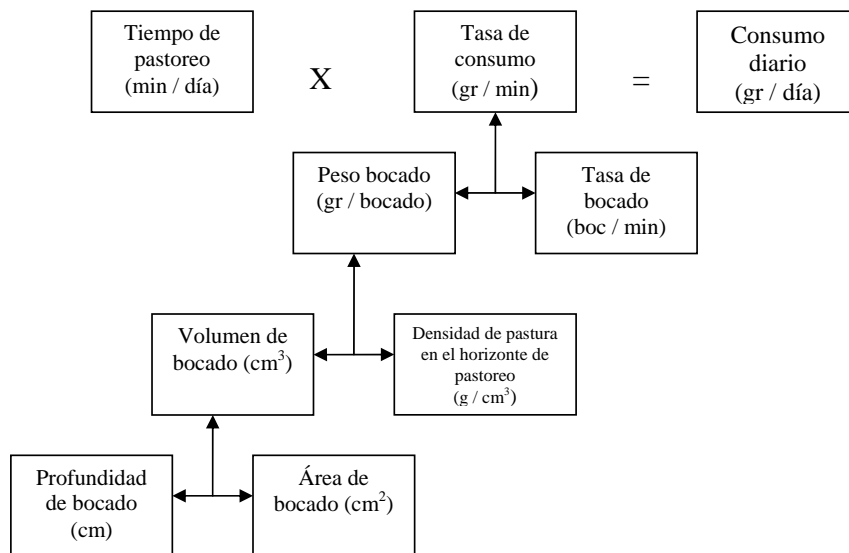
2.5.3. Comportamiento ingestivo

Allen y Whittaker, citados por Montossi et al. (1996), definieron que la cantidad de forraje consumido diariamente es el producto del tiempo gastado en pastoreo y la tasa de consumo durante el pastoreo. Cuando la cantidad de forraje es lo suficientemente alta, el carácter del forraje determina el consumo a través de la distensión ruminal o, cuando el forraje es de muy alta calidad, a través del mecanismo metabólico. En el caso inverso, cuando la cantidad de forraje es baja, el carácter del mismo puede tener poco o nada de efecto sobre

el consumo. En esta condición, el consumo es afectado por el comportamiento ingestivo del animal a través de limitaciones en el peso de bocado, la tasa de bocado y/o el tiempo de pastoreo. Este tipo de limitaciones también podría darse en condiciones de alta cantidad de forraje, pero de baja disponibilidad efectiva o accesibilidad (Cangiano, 1996).

La sensación de saciedad física es función del grado de distensión del tracto alimenticio, o del abdomen, causado por el volumen de la ingesta en el tracto. El volumen de la ingesta está en función de la cantidad de alimento consumido recientemente, de su digestibilidad y del pasaje de los residuos indigestos. La capacidad inherente de la extensión alimenticia y la cavidad abdominal reflejan el tamaño y la madurez del animal, modificado por variaciones en el volumen del útero durante el embarazo, o el de reservas de grasas abdominales (Hodgson, 1990).

En condiciones de pastoreo el consumo puede ser expresado como el producto de la tasa de consumo ($g_{\text{consumo}} / \text{min}$) y el tiempo de pastoreo efectivo (min). La tasa de consumo a su vez puede ser descompuesta como el producto entre la tasa de bocados ($\text{boc}_{\text{tasa}} / \text{min}$) y el peso de cada bocado individual (g) (Hancock, citado por Galli et al., 1996). En la figura 5 se presenta un esquema de los principales componentes del comportamiento ingestivo.

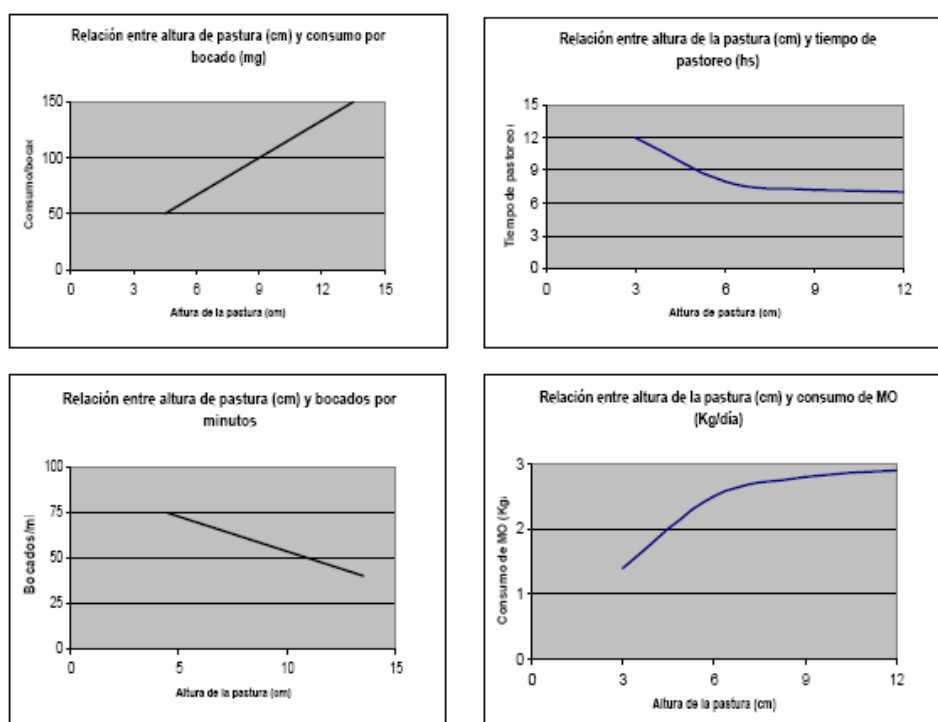


Fuente: adaptado de Arretche et al. (2006)

Figura 5. Esquema representando los componentes del comportamiento ingestivo

Barret et al., citados por Aldama et al. (2003) reportaron que cuando las vacas pastorearon a lo largo del día, franjas diarias, un forraje que se iba reduciendo, el peso de bocado descendió linealmente y el comportamiento en consumo fue variable. La tasa de bocado no se adaptó para compensar el descenso en el peso de bocado y como resultado la tasa de consumo se vio reducida hacia horas de la tarde. Además encontraron que la proporción de hojas verde disminuyeron como resultado del pastoreo, por la selección de hojas.

En la figura 6 se presenta la relación entre la altura de la pastura y consumo total, tiempo de pastoreo y peso y tasa de bocado.



Fuente: Hodgson (1990).

Figura 6 Relación entre la altura de la pastura y consumo total, tiempo de pastoreo y peso y tasa de bocado

Según Laca et al., citados por Chilbroste (2002) en la figura 5 reporta que existe una relación curvilínea entre altura de la pastura y peso de bocado, con incrementos decrecientes en peso de bocado a medida que aumenta la altura de la pastura.

2.5.3.1. Patrón de consumo de animales en pastoreo

Un aspecto interesante de mencionar es el de la periodicidad con que el ganado efectúa el pastoreo. Los dos periodos mas importantes son el amanecer y el atardecer, por ser los mas largos y porque todos los animales los cumplen (Wagnon et al., citados por Rovira 2002, Mac Loughlin 2005). El primero comienza un poco antes de la salida del sol y se prolonga por unas dos o tres horas. El segundo, el del atardecer, se inicia al final de la tarde y se continua hasta entrada la noche. Entre estos dos periodos bien marcados, normalmente se producen dos periodos cortos de pastoreo, que dependen de factores tales como estación del año, estado de la pastura, estado del tiempo, ubicación de las aguadas, etcétera. Para las condiciones de Montana (E.U.A.), por lo general estos dos periodos suplementarios se producen alrededor del medio día y a media noche (Wagnon et al., citados por Rovira, 2002). Como termino medio, el 70% del tiempo de pastoreo se cumple durante el día y el restante 30% en la noche. Es común observar que una hora después de la puesta del sol se encuentren aun pastoreando alrededor del 10% de los animales, y media hora después ninguno (Rovira, 2002).

En general en nuestra latitud existen tres picos definidos de pastoreo; uno bien reconocido es al amanecer (a la salida del sol), esta directamente regido por la luz, entonces el animal incrementa su intensidad de pastoreo hasta alrededor de 2 horas después de amanecer y tiende a decaer alrededor de 3 a 4 horas luego que inicio ese pastoreo. Hay otro pico, no tan bien definido, como el de la mañana que se origina en algún momento del medio día, pero no es tan constante como el anterior (Gómez, s.f.).

Hay un momento de pastoreo que es fundamental y es mas importante que el de la mañana, que es el del atardecer, que penetra alrededor de la hora algo mas después que el sol desapareció, es decir que todavía con penumbras el animal sigue pastoreando durante 1 hora o mas (Gómez, s.f.).

La actividad diaria de animales en pastoreo se divide entre pastorear, rumiar y descansar. Incluyendo el tiempo de búsqueda las vacas pastorean entre 7 a 12 horas por día. Hay dos momentos importantes, uno a la salida del sol donde pastorean entre 3 a 5 horas, y otro al atardecer que dura 3 horas. Además pastorean cerca del mediodía y durante la noche pero son sesiones mas cortas e irregulares (Lyons y Machen, 2000).

La rumia se realiza principalmente en horas de la noche y la mayor intensidad se alcanza en seguida del anochecer. El tiempo total que el animal dedica a rumiar, en términos muy generales, es alrededor de las tres cuartas partes del de pastoreo. Su tiempo total es del orden de las 7 horas y en promedio cada periodo de rumia dura unos 30 minutos (Rovira, 2002).

Es destacable el hecho de que el pasaje de la rumia al pastoreo puede ser inmediato, pero en cambio el de pastoreo al de rumia no se efectúa sino después de un tiempo de reposo (Rovira, 2002).

El tiempo de rumia varía en función de la calidad y digestibilidad del forraje consumido. El forraje tallado, con alto contenido de fibra cruda, provoca una mayor extensión de la rumia, mientras que forraje con mucho contenido de hojas y bajo de fibra (alta digestibilidad) determina periodos de rumia mas cortos (Rovira, 2002).

Con respecto a la rumia, en condiciones de pastoreo es una proporción muy difícil de generalizar, porque la rumia está relacionada con el tenor de fibra de la ingesta. No hay una cifra que pueda ser generalizada al respecto pero sí podemos admitir que si el material es muy fibroso el porcentaje de rumia va a ser más importante que en aquellos forrajes que son muy degradables y que necesitan un acondicionamiento, un trabajo muy inferior que en pasturas muy lignificadas (Gómez, s.f.).

2.5.3.2. Tiempo de pastoreo

Los valores de tiempo de pastoreo que se pueden considerar normales caen entre 7 y 10 horas por día. En general, cuando el forraje es escaso, el tiempo de pastoreo se alarga, el número de bocados aumenta, pero el consumo por hora de pastoreo disminuye. Una típica observación, muy común, que proviene del pastoreo rotativo: cuando entra ganado a pastorear, en ese primer día las horas de pastoreo fueron de 7,7, pero ya en el segundo día subieron a 9,4 horas (Castle y Watkins, citados por Rovira, 2002).

En términos generales el tiempo de pastoreo de los animales en una pastura abundante pero que es de mala calidad, es de alrededor de 12 horas por día, aún pastoreando 12 horas los animales están restringidos, llegando a consumir en estos casos solo un 50 a 60% de su potencial. Cuando el animal tiene acceso a una pastura abundante y de muy buena calidad, es decir que el animal puede comer a boca llena, está registrado que con solamente 6 o 7 horas de pastoreo, puede cosechar el máximo que necesita para expresar su mayor potencial y eso de nuevo está relacionado con el número y el tamaño de bocados (Gómez, s.f.).

2.5.3.3. Tasa de consumo (tasa y peso de bocado)

Según Montossi et al. (1996) los animales intentan a través del ajuste de los componentes del comportamiento animal lograr un adecuado nivel de consumo cuando enfrentan restricciones asociadas a la estructura y composición de la pastura. A valores de altura de pastura inferiores a 6-8 cm, el incremento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocados no son suficientes para compensar las reducciones en el consumo diario del forraje. La reducción del consumo es particularmente seria a alturas de pastura inferiores a 3-4 cm.

Hodgson (1990), muestra que el consumo de forraje refleja claramente el peso del forraje cosechado por bocado. Hodgson, citado por Montossi et al. (1996) detalla que una vez registrados bajos consumos por bocado no pueden ser adecuadamente compensados por un incremento en la tasa de bocados o un aumento en el tiempo de pastoreo.

El peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene en el consumo, es muy sensible a variaciones en la altura del forraje y cuando disminuye, ante una disminución de la altura de la pastura, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados tienden a aumentar en compensación hasta un cierto valor crítico, por debajo del cual dicha compensación es insuficiente para evitar una caída en la tasa de consumo y el consumo diario (Cangiano, 1996). Por su parte Wade, citado por Cangiano (1996) encontró que la altura de la pastura (raigrás perenne), por si misma, no fue determinante del consumo, sino que el factor que mejor lo explicó fue la longitud de la lámina libre. Esto podría estar asociado a una barrera a la profundidad del bocado, dada por la presencia de pseudo-tallos.

Por otro lado Laca et al., citados por Cangiano (1996) demostraron que, en novillos, el peso del bocado fue afectado por la altura y por la densidad de la pastura. La relación entre el peso del bocado y la cantidad de forraje por unidad de área, depende de si la oferta de forraje varía por cambios en la altura o en la densidad de la pastura, o por una combinación de ambas. Frente a una misma fitomasa, los novillos obtuvieron bocados más pesados en pasturas altas y ralas que en cortas y densas.

2.5.3.4. Influencia de la suplementación sobre el comportamiento ingestivo

Al suplementar se perturba la actividad normal de pastoreo, esto puede afectar adversamente el consumo de forraje y la performance animal. Según Adams, citado por Berasain et al. (2002), el consumo de forraje cayó en un 11,3 % en novillos suplementados respecto a los testigos, aunque en este caso la rutina de suplementación no afectó el tiempo de pastoreo, de rumia ni de descanso.

A medida que el nivel de insatisfacción aumenta (alto diferencial entre lo demandado y lo ofrecido), mayor será la competitividad entre los animales y las variaciones en los consumos individuales del suplemento (Mac Loughlin, 2005).

2.6. FACTORES DEL AMBIENTE QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Los factores de origen climático más influyentes sobre el comportamiento animal según Champion et al. (1994) son temperatura ambiente, humedad relativa y lluvia.

Wetson, citado por Montossi et al. (1996) muestran que en su revisión sobre los efectos del clima sobre el consumo de forraje en condiciones de pastoreo concluyo que la temperatura ambiente, radiación solar, y humedad relativa elevadas disminuyen el consumo, mientras que temperaturas bajas lo aumentan.

El viento frío, las lluvias y las bajas temperaturas tienden a incrementar las perdidas de calor por parte de los animales y, de esta forma, se incrementan los requerimientos para mantenimiento (Rovira, 2002.).

Holmes y Wilson (1989) reportaron que el consumo voluntario de MS puede reducirse si las temperaturas son altas (25-30 °C) y aumentar si las temperaturas son bajas (0-5 °C). Probablemente, estos efectos se deben en gran parte, al incremento térmico ligado a la ingestión de alimento que limita el consumo de MS, cuando existen bajas temperaturas.

2.7. HIPOTESIS

La ganancia diaria de peso vivo de novillos pastoreando *Lolium multiflorum* cv horizon durante el periodo invernal, depende de la intensidad de pastoreo, existe una asignación de forraje optima que maximiza la ganancia individual de peso. Esta respuesta esta asociadas a un aumento del consumo voluntario de MS de forraje verde y el consumo total de nutrientes.

La suplementación con granos mejora la ganancia diaria de peso vivo de novillo pastoreando una mezcla forrajera en el periodo invernal pero esta respuesta es dependiente de la asignación de forraje a la cual pastorean.

Cambios en la AF y la suplementación modifican el patrón de actividad de pastoreo y rumia así como los del comportamiento ingestivo: tiempo de pastoreo, tasa de bocado y peso de bocado.

A mayor asignación se espera mayor peso de bocado y menor tiempo de pastoreo, en cambio los animales con forraje restringido recurrirán mas a los mecanismos de compensación, aumentando la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo para lograr un mayor consumo.

Es de esperar que los animales suplementados tengan menor tiempo de pastoreo activándose los mecanismos de regulación de consumo, siendo dicho efecto mayor en las asignaciones mayores.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y PERIODO

El experimento se realizó en la Estación Experimental “Mario Alberto Cassinoni” (E.E.M.A.C.), Paysandú, Uruguay, ubicada en ruta 3 Km. 363 a 32° 20' 9" de latitud Sur y 58° 2' 2" de longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 61 metros. Dentro de la EEMAC el experimento se llevó a cabo en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (U.P.I.C.) en el potrero N° 6, durante el período comprendido entre 09/08/06 hasta el 31/10/2006 inclusive.

3.2. CLIMA

Uruguay presenta un clima templado, con una media histórica anual de 1170mm de precipitaciones, siendo su distribución un 30% en verano, 28% en otoño, 18% en invierno y 24% en primavera (Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica Paysandú).

Según los datos reportados por la Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica de Paysandú, la temperatura promedio para la estación en que se realizó el experimento es de 14,2 °C (Cuadro 1).

La media histórica del período 61-90 de temperatura y precipitaciones se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Media histórica de temperatura (°C) y precipitaciones (Mm.).
(período 1961 – 1990)

	Temp. Media (°C)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)	Precipitaciones (mm)
Julio	11,8	30,6	-4	71
Agosto	12,9	32,8	-3	73
Setiembre	14,6	32,4	-3,4	91
Octubre	17,5	36,2	1,8	122

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología de Paysandú.

Las precipitaciones que se registraron durante el experimento fueron de 5,6 mm en julio, 3,8mm en agosto, 9,3 mm setiembre y 30,8 mm en octubre, con una temperatura promedio 14,95 °C para julio 12,07 °C para agosto, 14,6 °C para setiembre y 19,95 °C para octubre (Dirección Nacional de Meteorología de Paysandú).

3.3. SUELOS

El ensayo fue instalado en suelos sobre la Formación Fray Bentos, Unidad San Manuel de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F), predominantes Brunosoles Éútricos Típicos (háplico). Estos poseen una textura limo arcillosa, con los horizontes bien diferenciados y un drenaje moderado. En ésta unidad también podemos encontrar Brunosoles Éútricos Lúvicos y Solonetz Solodizados Melánicos como suelos asociados. El relieve es de pendientes moderadas y lomadas suaves y como material generador, sedimentos limosos consolidados (Duran, 1991).

El potrero corresponde al padrón 124 siendo el grupo de suelos CONEAT que predomina el 11.3 con un índice de productividad de 149. Este grupo se localiza prácticamente en el Dpto. de Paysandú, extendiéndose en la región litoral comprendida entre los arroyos Sacra y Negro. El material geológico corresponde a sedimentos limosos consolidados (carapachos calcáreos), a veces silicificados, recubiertos por delgados espesores de sedimentos limosos friables, muchas veces completamente edafizados. Como es común en todos estos grupos, dichos sedimentos tienen una clara herencia litológica del material de Fray Bentos. El relieve es de forma general mesetiforme, con zonas altas aplanas de pendiente prácticamente nula y laderas convexas de pendientes variables entre 5 y 8%. Los suelos de las zonas altas son una asociación de Brunosoles Eútricos Lúvicos (Praderas Pardas máximas), de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderada a imperfectamente bien drenados, y Solonetz. Pueden existir fases alcalinas que constituyen la transición entre ambos suelos mencionados. En las laderas existen Brunosoles Eútricos Típicos, profundos, moderadamente profundos y superficiales, de características similares a los mencionados en el grupo anterior. Asociados y ocupando las convexidades mas marcadas, existen Litosoles Eútricos Melánicos, y en las concavidades, Planosoles Eútricos Melánicos.

3.4. ANIMALES

Se utilizaron 48 novillos de la raza Holando como animales fijos (con un peso de 210 ± 42 kg y una edad de 17 a 18 meses, promedios), mas 24 novillos Holando como animales volantes (con un peso promedio de $325,5 \pm 27$ kg y una edad de 24 a 26 meses) para el ajuste de la asignación de forraje. En el total de animales había 35 animales de 14 a 16 meses de edad, con un peso promedio

de 194 ± 36 kg y 37 animales de 24 a 26 meses de edad con un peso promedio de 253 ± 43 kg.

Todos los animales provenían del rodeo lechero de la EEMAC, habiendo sido manejados en campo natural hasta 12 días previo al inicio del experimento.

3.5. PASTURA Y SUPLEMENTO

Fueron utilizadas 12 hectáreas de una pastura de primer año compuesta por *Lolium perenne* cv. Horizon (Raigrás perenne, tetraploide; materiales de origen PGG – Nueva Zelanda), *Trifolium repens* cv. E. Zapicán y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. El área fue dividida en tres bloques de campo, cada uno representando áreas homogéneas de pastoreo de disponibilidad creciente al momento de iniciarse el experimento.

Esta pastura mezcla fue sembrada el 30 de abril de 2006 utilizando 15 kg de raigrás Horizon, 2 kg de Trébol blanco Zapicán y 8 kg de *Lotus corniculatus* San Gabriel.

A la siembra se fertilizó con 18:46 (100 kg / ha) y se refertilizó con urea el 30 de mayo (50 kg / ha). El 12 de julio se aplicó glifosato (350 cc / ha) para controlar malezas.

Como suplemento energético fue utilizado grano seco de sorgo molido, en el cuadro 15 se presenta la composición química expresada en base seca.

Cuadro 15. Composición química de grano de sorgo molido.

Identificación de la muestra	Análisis				
García et al.	MS%	C%	PC%	FDNcc%	FDAcc%
Sorgo grano	89.53	1.08	8.98	11.88	4.79

MS: materia seca; C: cenizas; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido

Fuente: Laboratorio de nutrición animal y evaluación de alimentos

3.6. TRATAMIENTOS

Se evaluó la respuesta a la suplementación con grano de sorgo molido ofrecido a razón de 1,0 kg de MS / 100 kg de peso vivo (% PV), a novillos Holando pastoreando la pradera mezcla en cuatro asignaciones de forraje (AF), en un arreglo factorial de tratamientos (4 x 2):

Factor 1: AF (MS): 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5 %PV.

Factor 2: Nivel de suplementación con grano de sorgo (S): 0 y 1 % PV.

Todos los animales a ser utilizados, fueron asignados al azar a cada tratamiento, previa estratificación por peso vivo, de manera que el peso total de los lotes quedara homogéneo. Luego se asigno como animales fijos de cada tratamiento a los 6 animales con menor peso, quedando los 3 animales más pesados de cada tratamiento como volantes.

La distribución de los ocho tratamientos en el campo fue sorteada dentro de cada bloque de pastura (ver anexo 14), armándose parcelas independientes, las que se pastorearon en franjas diarias de acuerdo a la asignación de forraje establecida. El área designada a pastoreo fue medida por Geo Positional

Satélite (GPS), dividiéndose esta en 3 sub áreas lo más homogéneamente posible.

Para la estructuración de las parcelas en el campo, el área fue calculada en base a la disponibilidad inicial, el crecimiento proyectado para la estación y la AF de cada tratamiento.

En la figura 7 se presenta el croquis del experimento en el campo.

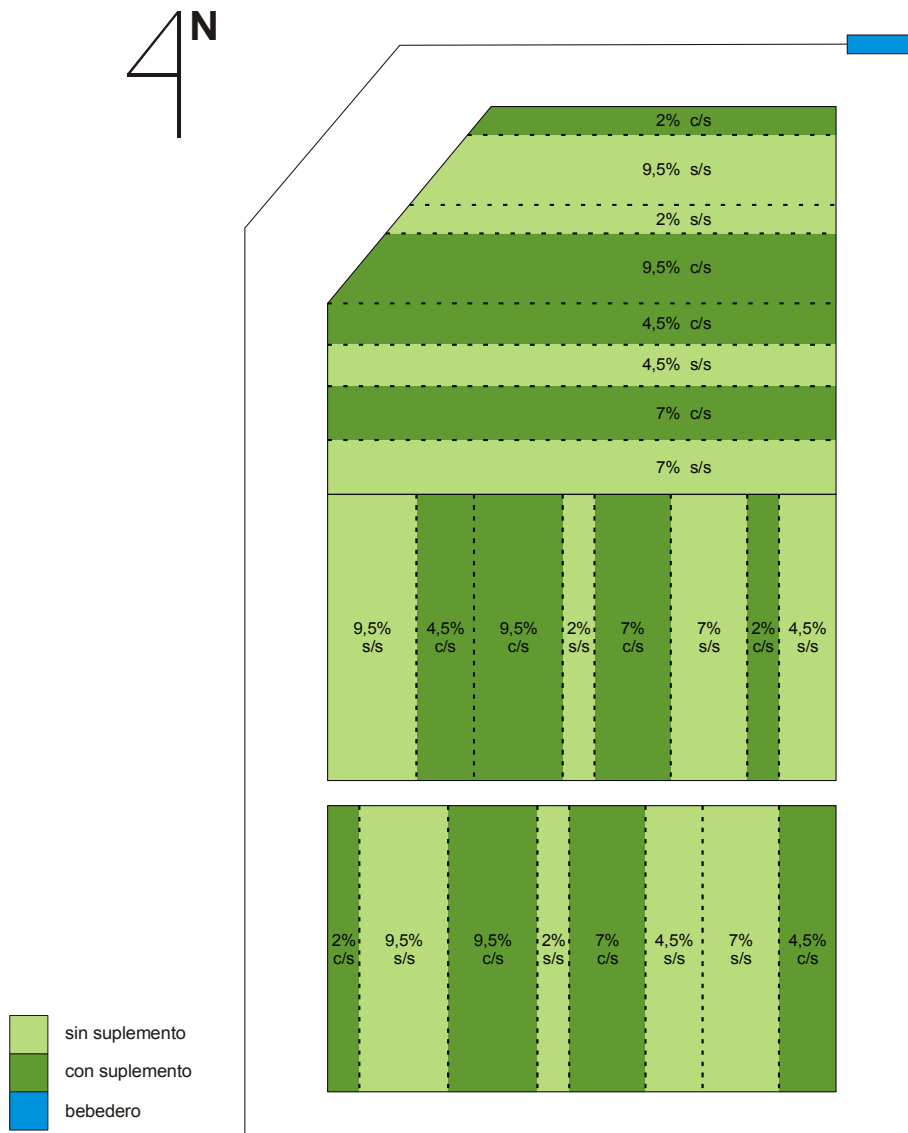


Figura 7. Croquis del experimento en el campo

3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.7.1. Período pre-experimental

Previamente al comienzo del experimento se realizó un período pre-experimental de 12 días para el acostumbramiento de los animales a su nueva dieta y rutina (28/07/2006 al 8/08/2006).

Durante éste período todos los animales se manejaron sobre pradera de raigrás, trébol blanco y lotus. En esta situación la oferta de forraje se restringió según tratamientos mediante el tamaño de franja.

A los animales que serían suplementados se les ofreció ración con fardo durante los primeros 5 días, para promover la aceptación. La cantidad de ración se incrementó de forma progresiva a razón de 0,33 kg / animal / día hasta llegar al 1% del PV, de forma de no causar trastornos metabólicos. Esta rutina se llevó a cabo en un potrero con muy escasa oferta de forraje, y separando a los animales en dos lotes por edad, para evitar la dominancia de los más grandes sobre los mas chicos.

3.7.2. Manejo de la pastura

El manejo del pastoreo fue rotativo, en franjas diarias con cambio por la mañana (8:00 am), con parcelas individuales por tratamiento con retorno a las mismas.

La asignación de forraje fue ajustada al inicio del pastoreo de cada bloque de campo, regulando primero el tamaño de franja de acuerdo a la

biomasa disponible y al último peso vivo (vacío) de los animales fijos en cada tratamiento y por último ajustando con volantes. Dado que cada tratamiento presentaba un ancho fijo (figura 1) el tamaño nuevo de la franja se determinaba variando el largo, el cual se mantuvo igual, para todos los tratamientos, de forma de que el avance en el bloque fuera parejo. En aquellos tratamientos en que con el tamaño de área no lograba ajustarse la asignación de forraje (debido a variaciones en la biomasa entre parcelas) se incluían animales volantes (peso vivo vacío).

3.7.3. Manejo de la suplementación

La cantidad diaria ofrecida expresada en kg de MS de suplemento se calculó con base en el peso vivo promedio de cada tratamiento, siendo esta ajustada luego de cada pesada por el nuevo peso vivo.

La suplementación con grano de sorgo se realizó diariamente por la mañana (9:00 am), inmediatamente luego del ingreso a una nueva franja, en comederos grupales ubicados dentro de la parcela de pastoreo.

En caso que hubiera rechazo de grano, este era retirado y acondicionado en bolsas individuales / tratamiento para ser luego pesado.

En la tarde (entre las 14 y 16 horas) los animales eran trasladados a tomar agua en bebederos próximos a las parcelas de pastoreo.

3.7.4. Manejo sanitario

El manejo común para todos los animales consistió de dos dosificaciones de antiparasitario (Nitromectina) realizadas el 20 de julio y 11 de octubre, respectivamente.

Durante el experimento se detectó actinomicosis en un animal, este fue tratado con 100 cc de Micoidena (intravenosa) y 50 cc de antibiótico (Abicorten).

Problemas de conjuntivitis que surgieron en varios animales se trataron con polvo azul oftálmico.

3.8. DETERMINACIONES REALIZADAS

3.8.1. Animales

3.8.1.1. Peso vivo

La primer pesada fue realizada al comienzo del período de acostumbramiento (28/07/06), luego del día 1 del período experimental (8/08/06) los animales se pesaron cada 14 días hasta finalizar el experimento, con la última pesada el 1ro de noviembre. Todos los animales eran pesados por la tarde al llegar del campo (peso lleno) sin ningún orden de ingreso predeterminado (tratamientos mezclados). Luego se dejaban encerrados en ayuno por doce horas para a la mañana siguiente obtener el peso vacío.

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

3.8.1.2. Consumo de concentrado

Fue estimado diariamente en cada tratamiento como la diferencia entre el peso de MS ofrecida y rechazada. Semanalmente se tomaron muestras de suplemento para la determinación de su composición química en una muestra compuesta. Las muestras fueron secadas a 60°C hasta peso constante para la determinación del contenido de humedad y luego conservadas en bolsas plásticas hasta la realización de los análisis químicos.

3.8.1.3. Consumo de forraje en pastoreo

El consumo de forraje en pastoreo fue estimado a través del método agronómico (Lascano et al., 1990) como la diferencia entre biomasa de forraje disponible antes y después del pastoreo.

Las mediciones se hicieron en cada tratamiento durante 2 días consecutivos todas las semanas.

El forraje disponible a la entrada de la parcela diaria y el rechazo respectivo, fueron determinados mediante la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1997), utilizando una escala con cinco puntos y tres repeticiones común a todos los tratamientos. El área fue muestreada tirando 20, 30, 30 y 40 cuadros en cada franja según fuese pastoreada al 2%, 4,5%, 7%, 9,5% de AF, respectivamente.

Fueron utilizados cuadros de 0,09 m² (0,3_m por 0,3_m). Las 15 muestras (3 correspondientes a cada punto de la escala) fueron cortadas al ras del suelo con tijeras de aro y secadas en estufa de aire forzado a 60 °C, hasta peso constante.

3.8.1.4. Patrón de comportamiento ingestivo

El comportamiento ingestivo fue registrado por observación visual, durante dos días consecutivos cada 14 días (entre dos pesadas sucesivas) luego de realizar las mediciones de consumo de forraje, en cuatro animales por tratamiento escogidos al azar. El total de observaciones en el periodo experimental fue de 5 (20-22/8, 7-8/8, 22-23/8, 8-9/9, 22-23/9). Se registro tiempo de pastoreo, rumia, descanso, y consumo de suplemento, en intervalos regulares de diez minutos, desde que los animales ingresaban a la franja hasta finalizar el periodo de horas luz. Cada dos horas se registró la tasa de bocado, como el número de bocados de prehensión realizados en un minuto.

3.8.2. Pastura

3.8.2.1. Disponibilidad y altura del forraje para ajuste de la asignación

La biomasa de forraje disponible (kg MS / ha) se determinó al inicio del pastoreo de cada bloque de campo aplicando la técnica de doble muestreo. Se determinó una escala de 5 puntos, por apreciación visual, tomando 3 repeticiones de cada punto, y se midió la disponibilidad de forraje de cada escala mediante corte al ras del suelo con tijera de aro utilizando cuadros de 30 por 30 cm (0.09 m²). Se realizo un muestreo con diferente cantidad de puntos

(30, 40, 40 y 60 según el tamaño de cada parcela) uniformemente distribuidos en cada parcela para la determinación de la frecuencia.

Las muestras se pesaban frescas, luego se secaban en estufas a 60 ° C hasta peso constante, para la determinación de la cantidad y contenido (%) de materia seca de las mismas (aproximadamente 48 horas luego de ser ingresadas). Una vez secas, las muestras fueron pesadas en una balanza de precisión y se promedió cada una de las tres repeticiones.

La altura del forraje fue registrada en cinco puntos de la diagonal del cuadro en todos los puntos de la escala. La altura se determinó con regla, registrando la mayor concentración de hojas más altas en contacto con esta, sin extenderlas.

3.8.2.2. Composición botánica del forraje ofrecido y residual

El forraje ofrecido fue caracterizado semanalmente en términos de composición botánica y proporción de forraje verde y seco, mediante la separación manual de dichas fracciones, en fresco. Las muestras fueron secadas en estufa a 60 °C. Estos registros fueron tomados en un trabajo realizado en forma paralela a este por Almada et al. (2007). La información se reportara en el capítulo de resultados a los efectos de la descripción y caracterización de la base forrajera.

3.9. VARIABLES CALCULADAS

3.9.1. Ganancia media diaria

La ganancia media diaria para cada animal, promedio para todo el periodo experimental fue estimada a partir de la pendiente de una línea de regresión lineal de los registros individuales de peso vivo en el tiempo.

3.9.2. Eficiencia de conversión del suplemento

Eficiencia de conversión de grano fue calculada como la cantidad de grano consumida (kg) por unidad de peso vivo adicional (kg) observada en los animales suplementados con respecto a su correspondiente testigo sin suplementar y manejado a la misma asignación de forraje.

3.9.3. Tasa de sustitución de forraje

La tasa de sustitución de forraje (kg de forraje que deja de comer el animal por cada kg de suplemento consumido) se calculó como el cociente entre la diferencia de consumo de forraje (kg MS) entre los tratamientos suplementados y su correspondiente testigo; y los kg de grano consumido.

3.9.4. Respuesta a la suplementación

La misma se calculo realizando la diferencia entre la producción de los animales suplementados y la producción de los animales sin suplementar (entre los mismos niveles de asignación de forraje), dividiendo esto entre el consumo de suplemento.

3.9.5. Producción de carne por unidad de área

Esta variable se calculó como la relación entre la producción de carne y la superficie utilizada para la misma.

Se calcularon las GMD de los animales fijos de cada tratamiento (animales tester) y se multiplicó por los animales por hectárea promedio que existieron en cada tratamiento durante los 83 días en estudio. La carga por hectárea de cada tratamiento son los animales que soportó la pastura durante todo el período.

3.9.6. Utilización del forraje

El porcentaje de utilización de forraje para cada tratamiento, fue estimado a partir de los registros de disponibilidad y rechazo por franja de cada tratamiento, como proporción del forraje desaparecido en relación al forraje disponible previo al pastoreo.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.10.1. Ganancia diaria

El efecto de los tratamientos sobre la ganancia diaria fue analizado usando un modelo de heterogeneidad de pendientes de medidas en el tiempo. En el mismo se estudió la evolución del peso vivo en función del tiempo transcurrido. La forma general del modelo estadístico fue:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \varepsilon_{ijk} + \beta_1 d_l + \beta_{1i} \alpha_i d_l + \beta_{1j} \tau_j d_l + \beta_{1ij} (\alpha\tau)_{ij} d_l + \beta_2 PV_{ijk} + \delta_{ijkl}$$

Donde

Y_{ijkl} es el peso vivo

β_0 es el intercepto

α_i es el efecto de la i-ésima asignación de forraje

τ_j es el efecto de la j-ésima suplementación

$(\alpha\tau)_{ij}$ es la interacción entre asignación y suplementación

ε_{ijk} es el error experimental (entre animales)

β_1 es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días (d_l)

β_{1i} es la pendiente para cada tratamiento de asignación (α_i)

β_{1j} es la pendiente para cada tratamiento suplementación (τ_j)

β_{1ij} es la pendiente para cada combinación asignación-suplementación ($(\alpha\tau)_{ij}$)

β_2 es la pendiente que afecta a la covariable peso vivo al inicio (PV_{ijk})

δ_{ijkl} es el error de la medida repetida (dentro de animales)

Se tomó en cuenta la autocorrelación de medidas repetidas en un mismo animal, según un modelo autorregresivo de orden 1.

Las pendientes fueron comparadas por contrastes simples. Las tendencias (lineal y cuadrática) de los niveles de asignación de forraje sobre la ganancia diaria, fueron estudiados mediante contrastes de tendencia.

3.10.2. Disponibilidad, rechazo, consumo y utilización

El efecto de la suplementación y la asignación de forraje sobre la disponibilidad, el rechazo, el consumo y la utilización de la pastura fue analizada usando un modelo lineal general con la siguiente forma:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \lambda_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} es la variable estudiada

β_0 es el intercepto

α_i es el efecto de la i-ésima asignación de forraje

τ_j es el efecto de la j-ésima suplementación

$(\alpha\tau)_{ij}$ es la interacción entre asignación y suplementación

λ_k es el efecto de la k-ésima semana

ε_{ijkl} es el error experimental

Se usó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. Las medias de los efectos significativos, fueron comparadas usando el test de mínima diferencia significativa.

3.10.3. Actividad: rumia, descanso, pastoreo y consumo de grano (global y patrón de actividad)

El efecto de la asignación y la suplementación sobre la actividad de los animales (pastoreo, rumia, descanso y consumo de grano), fue estudiado mediante modelos lineales generalizados de medidas repetidas, donde se asumió que el número de veces que un animal realiza una actividad (en relación

al número total de veces observado) tuvo distribución binomial. La forma general del modelo fue:

$$g(p_{ijkl}) = \beta_0 + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \lambda_k + (\alpha\lambda)_{ik} + (\tau\lambda)_{jk} + (\alpha\tau\lambda)_{ijk} + \eta_l(\lambda_k)$$

donde $g(p_{ijkl})$ es la función logit de la probabilidad de realización de una actividad

β_0 es un intercepto

α_i es el efecto de la i-ésima asignación de forraje

τ_j es el efecto de la j-ésima suplementación

$(\alpha\tau)_{ij}$ es la interacción entre asignación y suplementación

λ_k es el efecto de la k-ésima semana

$(\alpha\lambda)_{ik}$ es la interacción entre semana y asignación

$(\tau\lambda)_{jk}$ es la interacción entre semana y suplementación

$(\alpha\tau\lambda)_{ijk}$ es la interacción entre semana, asignación y suplementación

$\eta_l(\lambda_k)$ es el efecto del l-ésimo día dentro de la k-ésima semana

Se usó el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS, y se adoptó el modelo de correlación autorregresivo de orden 1.

3.10.4. Actividad: tasa de bocado

El efecto de la asignación y la suplementación sobre la tasa de bocado de los animales, fue estudiado mediante modelos lineales general de medidas repetidas. La forma general del modelo fue:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \varepsilon_{ijk} + \lambda_l + (\alpha\lambda)_{il} + (\tau\lambda)_{jl} + (\alpha\tau\lambda)_{ijl} + \varepsilon_{ijkl} + \eta_m(\lambda_l) + \varepsilon_{ijklm}$$

donde Y_{ijklm} es la tasa de bocado

μ es un intercepto

α_i es el efecto de la i -ésima asignación de forraje

τ_j es el efecto de la j -ésima suplementación

$(\alpha\tau)_{ij}$ es la interacción entre asignación y suplementación

ε_{ijk} es el error experimental (entre animales)

λ_l es el efecto de la k -ésima semana

$(\alpha\lambda)_{il}$ es la interacción entre semana y asignación

$(\tau\lambda)_{jl}$ es la interacción entre semana y suplementación

$(\alpha\tau\lambda)_{ijl}$ es la interacción entre semana, asignación y suplementación

ε_{ijkl} es el error de la medida repetida (entre semanas)

$\eta_l(\lambda_k)$ es el efecto del l -ésimo día dentro de la k -ésima semana

ε_{ijklm} es el error de la medida repetida (entre días, dentro de semanas)

Se usó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS, y se adoptó el modelo de correlación autorregresivo de orden 1.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. PRECIPITACIONES Y TEMPERATURA

En el cuadro 16 se observan las precipitaciones y temperatura ocurridas en los meses en que transcurrió el trabajo experimental.

Cuadro 16. Temperaturas mínimas, máximas, media y precipitaciones promedio mensuales para el período en estudio.

Mes	Medias			
	Temp. Mínima(°C)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Media (°C)	Precipitaciones (mm)
Agosto	6,7	17,6	12,07	30
Septiembre	8,2	20,4	14,6	37
Octubre	13,88	26,5	19,95	185

Fuente: Estación Meteorológica del Aeropuerto Chalkling.

Tomando como referencia la serie histórica 1961–1990 (Anexo 1), se observa que no fue un año típico, por el contrario, fue un año con pocas lluvias. Con excepción del mes de junio y octubre, en que llovieron 106 mm y 63 mm más que en un año promedio, en los restantes meses se registró menos de la mitad de precipitaciones de un año promedio.

Las temperaturas mínimas fueron muy superiores a las registradas en la serie histórica 61–90, encontrándose en ésta temperaturas bajo cero, en todos los meses menos en octubre la cual fue de 1,8°C. Por el contrario las temperaturas máximas fueron en todos los meses inferiores a las registradas en la serie histórica, lo cual explica que las temperaturas medias del período en estudio sean similares a las de la serie histórica.

4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA

4.2.1. Disponibilidad de forraje por tratamiento

El valor de disponibilidad por tratamiento es modificado por la realización de tres pastoreos a cada bloque de pastoreo, siendo una variable de respuesta ya que el propio tratamiento puede haber afectado la tasa de crecimiento de la pastura.

Considerando los bloques de pastoreo que componían el área experimental, los bloques número 1 y 2 tuvieron tres pastoreos, mientras que al bloque número tres tuvo solo dos pastoreos. En cuadro 17 se presentan las fechas de inicio de cada pastoreo.

Cuadro 17. Fecha de inicio de cada pastoreo.

No. de pastoreos	Bloque 1*	Bloque 2*	Bloque 3*
1º	30-julio	9-agosto	30-agosto
2º	9-septiembre	27-septiembre	13-octubre
3º	20-octubre	27-octubre	

*_Bloques de pastoreo

Al inicio del primer pastoreo del bloque 2 y 3 las disponibilidades promedio de bloque fueron de 4635 y 3362 kg MS / ha respectivamente con una altura promedio de 27 y 32 cm respectivamente, siendo similares entre tratamientos (ver anexo 15). No presentándose datos de disponibilidad y altura al inicio del primer pastoreo para el bloque 1 de pastura.

La disponibilidad promedio de todos los pastoreos (kg MS / ha) previo al ingreso de los animales a cada bloque de pastoreo fue significativamente afectada por la asignación de forraje ($p < 0,0001$) y por la semana experimental ($p < 0,0001$); ni la suplementación ($p = 0,1762$) ni la interacción AF x SUPL ($p = 0,1011$) afectaron esta variable (Anexo 2).

En cuanto a la materia seca verde (MSV), la disponibilidad promedio (kg MSV / ha) a la entrada de los animales a cada bloque de pastoreo (al igual que para la disponibilidad de la materia seca) fue significativa para la AF ($p < 0,0001$) y para la semana ($p < 0,0001$); ni la suplementación ($p = 0,1087$) y tampoco la interacción AF x SUPL afecto la variable ($p = 0,1530$) (Anexo 3).

En el cuadro 18 se presentan las medias ajustadas para todo el período.

Cuadro 18. Disponibilidad promedio de MS, MSV de la pastura para las cuatro AF y porcentaje de materia seca verde disponible (MVSD).

Disponibilidad media			
Asignación de Forraje (%PV)	(kg MS / ha)	(kg MSV / ha)	MVDS (%)
2,0	2615 a	2181 a	83 a
4,5	3911 b	3088 b	78 b
7,0	4799 c	4040 c	84 a
9,5	4016 b	3218 b	81 ab

a, b y c: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente $p < 0,05$

La relación entre el consumo de materia seca de pastura y la disponibilidad de la misma ha sido descrita como asintótica de tipo curvilíneo (Poppi et al., 1987).

En este trabajo la cantidad de forraje disponible aumentó 2184 kg_{MS}/ha, aproximadamente, al variar la asignación de 2% a 7% de PV. El forraje remanente aumentó 1861 kg_{MS}/ha, aproximadamente, para el mismo incremento de asignación, registrándose también diferencias significativas al pasar de 7% a 9,5% de PV. La producción de MS y de biomasa verde se incrementó al aumentar la asignación de forraje, hasta un máximo en 7,0% luego del cual decrece.

Se observa que las asignaciones de 4,5 y 9,5% no presentan diferencias significativas entre sí ($p=0,6295$), diferenciándose del tratamiento de 7% ($p<0.0001$), siendo éste último el tratamiento en el que se registró una mayor oferta de forraje promedio durante el período experimental. Esto puede deberse a que las diferentes intensidades de pastoreo pueden haber determinado diferencias en las tasas de crecimiento, inclusive muy baja carga puede haber aumentado el material muerto, por esta razón el tratamiento 9,5% no presenta la mayor disponibilidad promedio de materia seca, además se constató la presencia de blanqueales en este tratamiento.

Es de destacar que la disponibilidad del forraje verde (variable que está más estrechamente asociada al consumo animal), fue significativamente menor a la disponibilidad de MS ya que la pastura presentaba en promedio un 18,6% de restos secos (Anexo 4).

En el cuadro 19 se presenta el efecto de la asignación sobre la altura del forraje.

Cuadro 19. Efecto de la asignación de forraje sobre la altura del forraje disponible al ingresar los animales al bloque de pastoreo

Asignación de forraje (% PV)	Altura (cm)
2	15,6 a
4,5	19,0 ab
7	21,4 b
9,5	22,2 b

Letras diferentes presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0009$).

Fuente Almada et al. (2007).

Las disponibilidades y alturas medias a las cuales pastorearon los animales no serían limitantes para obtener los máximos consumos voluntarios de MS por parte de los animales (Australian Feeding Standard, 1994), ya que los valores obtenidos están por encima de 2000 kg de materia seca por hectárea en todos los tratamientos, valor particularmente considerado como limitante para raigrás perenne (Hodgson, 1990), en cuanto a alturas de entrada Le Du, citado por Aldama et al. (2003) sobre pasturas de raigrás (*Lolium perenne*) de 8 – 10 cm podrían comenzar a ser restrictivas para el consumo.

4.2.2. Rechazo de forraje

La biomasa del forraje residual fue afectada en forma significativa por la AF ($p < 0,0001$), la suplementación ($p = 0,0112$), y la semana ($p < 0,0001$), en tanto se observó un efecto de tendencia para la interacción AF x SUPL ($p = 0,0588$) (Anexo 9).

Eliminado: .

En el cuadro 20 se presentan las medias ajustadas para cada tratamiento.

Cuadro 20. Biomasa residual promedio (kg MS / ha) de la pastura para las cuatro AF y niveles de suplementación.

Asignación de Forraje (%PV)	Forraje residual (kg MS/ha)		Promedio
	SIN suplemento	CON suplemento	
2,0	796	647	722 A
4,5	1280	1836	1558 B
7,0	2370	2796	2583 C
9,5	2462	2631	2547 C
Promedio	1727 a	1978 b	

a y b: medias seguidas por distintas letras en la fila difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

A, B y C: medias seguidas por distintas letras en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

MS: materia seca

Las parcelas pastoreadas con una AF de 2% presentaron menor cantidad de forraje (kg MS / ha) a la salida del pastoreo que las restantes asignaciones. Estos bajos residuos están asociados a una mayor presión de

pastoreo, por lo tanto los animales hacen un mayor aprovechamiento de la pastura para lograr satisfacer sus requerimientos, tal como señala Poppi et al. (1987).

De esto se desprende que la disponibilidad media de MS de forraje para el tratamiento pastoreado al 2% de AF fue significativamente menor al resto de los tratamientos. Dado que el retorno de los animales sobre la misma superficie fue a tiempo fijo (la pastura en todos los tratamientos tuvo igual período de descanso), y a que esta asignación presenta menores rechazos, a una misma fecha de entrada las asignaciones mayores presentan mayores disponibilidades. Esto concuerda con lo reportado por Carámbula (2002a) quien sostiene que cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), estará caracterizado por la altura del rastrojo al retirar los animales, la cual no solo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura. En este sentido la mayor intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente.

En el siguiente cuadro se presentan las alturas remanentes promedio para todas las asignaciones.

Cuadro 21. Efecto de la asignación de forraje sobre la altura del forraje remanente.

Asignación de forraje (% PV)	Altura (cm)
2	3,7 a
4,5	8,1 b
7	10,6 bc
9,5	13,2 c

Letras diferentes presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,0009$).

Fuente Almada et al. (2007).

Conforme lo esperado, tanto para el forraje residual medido en kg MS / ha y como altura remanente a medida que la presión de pastoreo disminuye, aumenta el rechazo de forraje.

Bianchi (1982), reporta que a más forraje asignado mejor es la calidad del forraje consumido, por lo tanto es probable que asignaciones que presentan un mayor rechazo hayan seleccionado una dieta de mejor calidad. Sumado a esto los tratamientos que presentaron un mayor remanente luego del pastoreo son los que alcanzan una mayor altura del disponible al inicio del pastoreo siguiente, resultados que fueron coincidentes con los obtenidos por Olmos (2004), Velasco et al. (2005).

Beretta et al. (2002), trabajando con novillos Hereford pastoreando *Avena sativa* observaron que el forraje residual era mayor cuanto menor era la presión de pastoreo; con una asignación de forraje de 2,5% y 5% registraron valores de forraje residual de 804 kg / ha y 1300 kg / ha, respectivamente.

Esto confirma lo dicho por Hodgson (1990), donde altas presiones de pastoreo siempre tendrán menores rechazos.

4.2.3. Calidad de forraje

4.2.3.1. Composición botánica

La composición botánica de la pastura fue relevada por Almada et al. (2007) sobre el mismo ensayo, para el mismo período en estudio, no observándose diferencias significativas en composición botánica para los tratamientos con y sin suplemento. La proporción promedio para los distintos componentes de la pastura fue para gramíneas 63,5%; restos secos 27,1%; leguminosas 8,7% y malezas 0,7%. La fracción restos secos fue significativamente menor en el tratamiento de 2 % AF. (Anexo 9).

Según Harris y Thomas, citados por Almada et al. (2007), durante el período de establecimiento de la pastura, existe un efecto de dominancia del raigrás perenne sobre el trébol blanco, debido a que es una especie de fácil establecimiento, precoz, de rápida germinación y acelerada brotación.

Los estudios realizados por Almada et al. (2007), indican que la fracción gramínea disminuyó en todos los tratamientos con el transcurso de los pastoreos, en tanto que el componente restos secos, compuesto principalmente de hojas senescentes de gramíneas, tuvo un comportamiento inverso, aumentando a lo largo del período evaluado, en forma más marcada al aumentar la asignación de forraje.

Este aumento se explica por el mayor crecimiento de la pastura al avanzar el período de evaluación, ya que la temperatura fue en aumento y

consecuentemente la vida media foliar disminuyó, sumado a que las plantas con el transcurso de los pastoreos ingresaron a la etapa reproductiva, alargando sus entrenudos y generando en consecuencia un mayor sombreado sobre los estratos inferiores de la pastura, provocando de esta manera la muerte anticipada de hojas maduras y su rápida descomposición (Carámbula, 2002a).

Según Almada et al. (2007) el enmalezamiento, no fue relevante con ningún tratamiento en el período evaluado, lo que demuestra que se logró un control efectivo durante la implantación de la pradera y que la cobertura de las especies sembradas impidió que las malezas pudieran competir. No obstante esto, a pesar de la buena producción que presentó la pradera no se logró una adecuada relación entre gramíneas y leguminosas en ningún tratamiento debido a una mala implantación de estas últimas.

4.2.3.2. Contenido de materia seca

En la figura 8, se presenta la evolución promedio del contenido de MS (%) de la pastura.

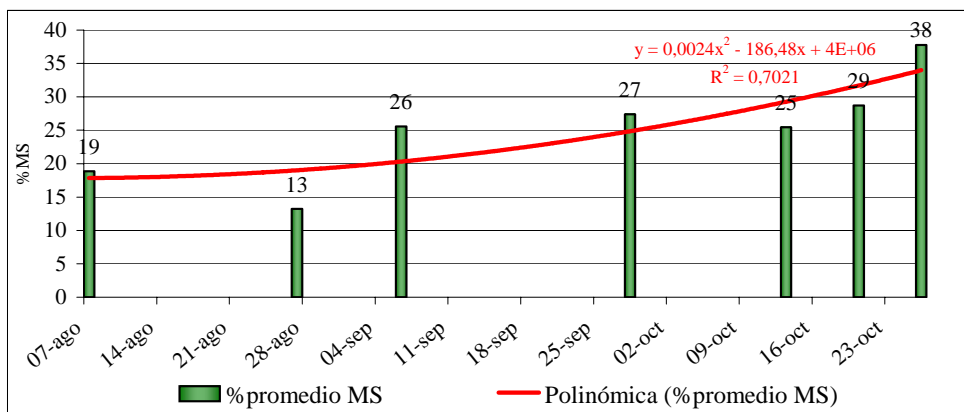


Figura 8. Evolución del contenido de materia seca del forraje en el período en estudio

Como se observa en el gráfico hay una tendencia que marca el aumento en el contenido de MS a medida que transcurre el tiempo. Esto concuerda con lo esperado debido a que a medida que el tiempo transcurre la pastura va madurando, aumentando así su contenido de MS, este concepto está íntimamente relacionado con la digestibilidad de la pastura, pudiéndose afirmar que a medida que aumenta el contenido de materia seca de la pastura disminuye la digestibilidad (Carámbula, 2002a).

Los resultados de materia seca reportados anteriormente de experimentos nacionales (cuadro 2) en estados vegetativos más tempranos de raigrás anual coinciden con los reportados en el presente ensayo para el período invierno, presentando un promedio de 19,3% MS. Contatore et al. (2007) para un raigrás anual reportan un contenido promedio de MS para el período de otoño invierno de 21% MS, cabe señalar que dicho experimento se

realizó el mismo año y lugar (Unidad de Producción Intensiva de Carne, EEMAC, Paysandú) que el ensayo aquí presentado.

4.2.4. Utilización de forraje

La utilización fue afectada por la AF ($p < 0,0001$), pero no por la suplementación (SUPL) ($p = 0,2607$). La interacción AF x SUPL tuvo un efecto significativo ($p = 0,0127$) (Anexo 9).

En el cuadro 21 se presenta las medias ajustadas para utilización de forraje en los diferentes tratamientos.

Cuadro 22. Utilización del forraje (%) para las cuatro AF.

Asignación de Forraje (%PV)	Utilización de la MS del forraje (%)		Promedio
	SIN suplemento	CON suplemento	
2,0	69,6	72,2	70,9 A
4,5	66,3	53,7	60,0 B
7,0	46,2	44,9	45,6 C
9,5	35,4	38,3	36,9 D
Promedio	54,4 a	52,3 a	

a y b: medias seguidas por distintas letras en la columna fila difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

A y B: medias seguidas por distintas letras en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

MS: materia seca

Damonte et al. (2004) tampoco obtuvieron efecto significativo de la suplementación en la utilización de la pastura. Sin embargo Carriquiry et al.

(2002), Bartaburu et al. (2004), reportan que al suplementar disminuye significativamente el porcentaje de utilización de la MS de forraje, debido a la sustitución de forraje por concentrado.

Contrariamente a lo esperado, al suplementar no disminuyó significativamente el porcentaje de utilización del forraje, aún a altas asignaciones, donde es de esperarse los mayores efectos de sustitución. Conforme señala Cronje, citado por Bartaburu et al. (2003) para forrajes de buena calidad y con una alta AF por animal, los niveles de sustitución aumentan.

Conforme era esperado hubo una mayor utilización del forraje en las asignaciones más bajas. La utilización se redujo linealmente al aumentar la AF, variando en -4,66 unidades porcentuales por cada 1% de aumento en la AF.

Esto concuerda con lo afirmado por Hodgson (1990) quien señala que al aumentar la presión de pastoreo también lo hace la utilización de forraje.

La magnitud de los valores de utilización no concuerda con lo mencionado por Elizalde (2003d), quien sostiene que con AF del 5%, sobre pasturas de calidad no se puede esperar utilidades mayores a 45%, en el ensayo se obtuvo para la AF de 4,5% una utilización de 60%.

4.3. CONSUMO

4.3.1. Consumo de suplemento

El consumo de sorgo fue total en aquellos tratamientos con suplementación, no encontrándose rechazos de sorgo en ninguna de las mediciones realizadas en el ensayo. En consecuencia, la cantidad consumida fue igual a la ofrecida.

4.3.2. Consumo de forraje

El consumo de MS de forraje, expresado como porcentaje del peso vivo, se vió afectado por la asignación de forraje ($p < 0,0001$), y la semana de muestreo ($p < 0,0001$) no registrándose efecto de la suplementación ($p = 0,5313$) ni de la interacción AF x SUPL ($p = 0,1625$) (Anexo 2).

En el cuadro 22 se presentan las medias ajustadas para los consumo de materia seca de forraje (CMSF) en porcentaje de peso vivo en los diferentes tratamientos.

Cuadro 23. Consumo materia seca de forraje en porcentaje para los diferentes tratamientos.

Asignación de Forraje (%PV)	Consumo de MS del forraje (%)		Promedio
	SIN suplemento	CON suplemento	
2,0	1,4	1,4	1,4 A
4,5	3,0	2,4	2,7 B
7,0	3,2	3,1	3,2 C
9,5	3,4	3,6	3,5 C
Promedio	2,7 a	2,7 a	

a y b: medias seguidas por distintas letras en la columna fila difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

A, B y C: medias seguidas por distintas letras en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

En la figura 9 se presentan las medias ajustadas de CMSF para cada AF, si bien no se analizaron estadísticamente modelos de regresión, el consumo de MS de forraje como se esperaba se ajusto a una ecuación cuadrática (polinomio 2), presentando esta un máximo en la asignación de forraje 9,15 % PV.

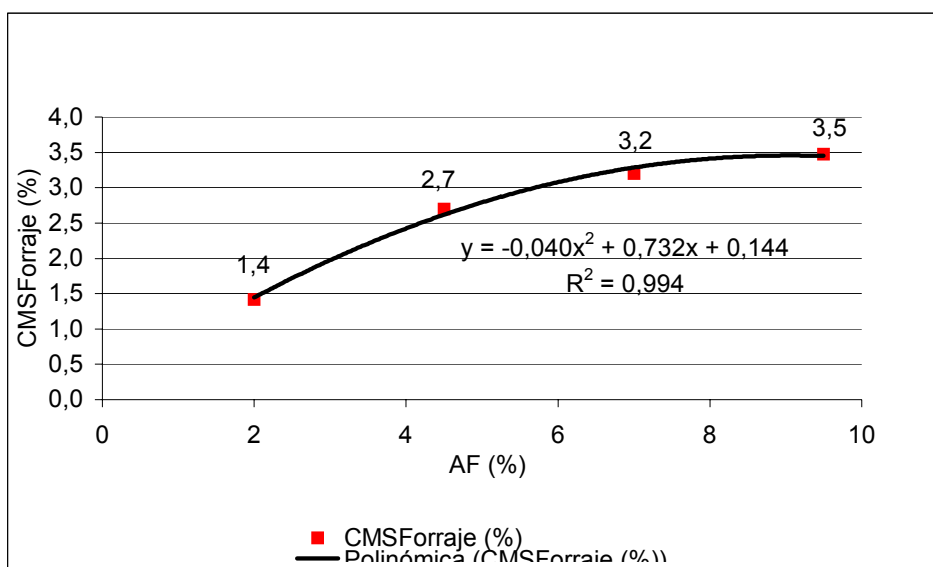


Figura 9. Consumo medio diario de forraje (%) de novillos Holando pastoreando a cuatro AF.

Las diferencias observadas entre las distintas asignaciones definidas para cada tratamiento mostraron una respuesta positiva en el consumo de materia seca ajustándose una ecuación del tipo cuadrática ($y = -0,04x^2 + 0,732x + 0,126$).

En el gráfico se observa una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo, en donde la parte ascendente es donde la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales) estaría limitando el consumo por una regulación a través del comportamiento ingestivo (Cangiano, 1996). En la parte asintótica de la curva, en cambio, los factores nutricionales como la digestibilidad, el tiempo de retención en el rúmen y la concentración de

productos metabólicos son de importancia en el control del consumo, considerando que la disponibilidad no es limitante (Cangiano, 1996).

Los tratamientos de 7% y 9,5% no presentaron diferencias significativas en CMSF ($p=0,1023$). Al ser menor la presión de pastoreo, los animales tenían suficiente forraje disponible y la posibilidad de seleccionar, pudiendo lograr mayor consumo de forraje. Los valores observados en el ensayo para estas asignaciones fueron de 9,5 y 10,9 kg / animal / día respectivamente, los cuales coinciden con los valores de consumo potencial, estimados a partir de las ecuaciones de predicción reportadas por CSIRO (1994) (10,87 kg /animal / día para la AF 4% PV).

La AF mostró ser uno de los principales factores que afecta el consumo de forraje. Al aumentar la AF se obtuvo una respuesta positiva en el CMSF, al levantarse la restricción en la oferta de forraje existente en los tratamientos de mayor presión de pastoreo. Esta respuesta coincide con los resultados obtenidos en trabajos anteriores realizados por Jamieson y Hodgson (1979), Le Du et al. (1979) y mas recientemente por Berasain et al. (2002), Elizondo et al. (2003), Méndez y Davies (2004), Damonte et al. (2004).

Como se muestra en los resultados para las asignaciones al 4,5%, 7% y 9,5% las alturas promedios registradas durante los períodos en que se midió el consumo no habrían sido limitante del mismo, ya que nunca se encontró por debajo de 15 cm que es donde el consumo sería limitado (Morris et al., 1993). Según Hodgson (1981) la altura del forraje es la variable dominante del tapíz que influye en el consumo de forraje en el corto plazo.

Debido a la inexistencia de interacción AF x SUPL sobre el consumo de forraje los resultados no coinciden con los esperados en trabajos previos (Cronje, 1990), los cuales reportan una disminución en el consumo de forraje asociado a la suplementación, siendo este de mayor magnitud al aumentar la AF.

La ausencia de interacción pudo deberse a factores sociales (dominancia) entre los animales volantes y los fijos de cada tratamiento, no permitiendo los primeros el consumo de suplemento de estos últimos (Blackshaw y Wash, 2003).

Grainger y Mathews (1989) afirman que la sustitución de forraje por suplemento que se espera que ocurra al aumentar la oferta de forraje, se asocia al aumento en el consumo de MS por parte del animal, de forma que cuanto mas próximo al consumo potencial se encuentra el animal sin suplementación, mayor será la tasa de sustitución al introducir un concentrado.

4.3.3. Tasa de sustitución

Si bien no existió diferencias significativas para efecto de la suplementación en el CMSF, a continuación se presentan los valores no estadísticos para tasa de sustitución.

En el cuadro 24 se presentan los valores de tasa de sustitución para las distintas asignaciones con y sin suplemento.

Cuadro 24. Tasa de sustitución de forraje por concentrado según nivel de asignación.

Asignación de Forraje (%PV)	Tasa de sustitución (kg forraje / kg de grano)
2,0	-0,1
4,5	0,4
7,0	0,2
9,5	-0,2

Para el tratamiento 4,5% se dejan de consumir 0,4 kg de forraje por cada kg de grano que se consume. Con 7% este valor es menor (0,2 kg de forraje / kg de grano). Para la asignación 9,5% suplementados es probable que el consumo de MSF este sobre estimado pudiendo deberse a un mayor pisoteo debido a que el animal a diferencia de las asignaciones 2 y 4,5% caminaba más sobre la parcela siendo más selectivo. Durante el ensayo las parcelas de los tratamientos 9,5% suplementados y sin suplementar en los bloques 1 y 2 estaban ubicados al lado de los tratamientos 2% lo que en mas de una oportunidad se constató la presencia de animales de esta asignación en dichas parcelas, cabe destacar que las AF de 2% dejaban de pastorear quedándose estas sin forraje sobre el mediodía, este error seguramente también este sobrestimando el consumo MSF, no así las ganancias de las AF de 2% debido a que estas en la mayor parte del ensayo tenia un número elevado de volantes siendo estos animales mas grandes los que pasaban (en la mayoría de los casos) a las parcelas contiguas.

Por lo explicado, estos resultados no coinciden con lo reportado por Leaver (1985), donde la tasa de sustitución aumenta en la medida que

aumenta la asignación de forraje, siendo casi nula para la asignación menor (2%).

Elizalde (1999) sostiene que al suplementar una pastura de alta calidad y buena disponibilidad se nota una disminución del consumo de forraje mayor al aumento del consumo total de MS.

Según Prescott, citado por Carriquiry et al. (2002) el efecto de la sustitución tiene mayor efecto para dietas base con forrajes de calidad y elevadas AF, siendo menos importante cuando se restringe y/o se pastorean especies más ordinarias, por menor digestibilidad. Los resultados del experimento mostraría que la AF 4,5% PV no sería una situación restrictiva existiendo una disminución en el consumo de forraje. Para las asignaciones de 9,5% se dió lo contrario, no coincidiendo con lo reportado por diversos autores que afirman que cuanto más altas son las asignaciones mayor es la tasa de sustitución.

Los valores presentados para las asignaciones de 4,5% y 7% son menores a los señalados por Tyler y Wilkinson, citados por Elizalde (1999), quienes afirman que valores de sustitución de pasturas de buena calidad varían entre 0,5 y 1 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido.

4.3.4. Consumo de materia seca total

Existió efecto significativo de la AF, suplementación y semana en el consumo total de materia seca ($p < 0,0001$), no existiendo efecto de la interacción asignación de forraje con suplemento ($p = 0,1625$) (Anexo 2).

En el cuadro 25 se presentan las medias ajustadas de consumo de materia seca total (CMST) expresadas como porcentaje de peso vivo.

Cuadro 25. Consumo de MS total en porcentaje para los tratamientos suplementados y no suplementados.

Asignación de Forraje (%PV)	Sin suplemento (%)	Con suplemento (%)	Consumo de MS total (%)
2,0	1,4	2,4	1,9 A
4,5	3,0	3,4	3,2 B
7,0	3,2	4,1	3,7 C
9,5	3,4	4,6	4,0 C
Promedio	2,7 a	3,7 b	

a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

A y B: medias seguidas por distintas letras en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

MS: materia seca

En la figura 10 se presentan los kg MS por día para los distintos tratamientos.

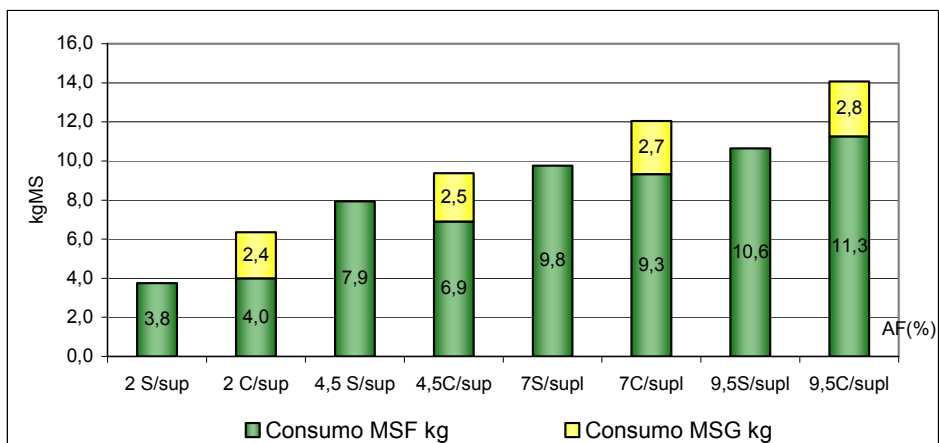


Figura 10. Efecto de la AF y de la suplementación sobre el CMST de novillos Holando pastoreando 4 asignaciones de forraje suplementados con grano de sorgo molido a razón del 1% del PV.

A lo largo del período en estudio, el CMST no tuvo una tendencia marcada para el promedio de todos los tratamientos y el consumo de grano se mantuvo constante. La figura 11 muestra el CMST durante las 10 semanas de estudio.

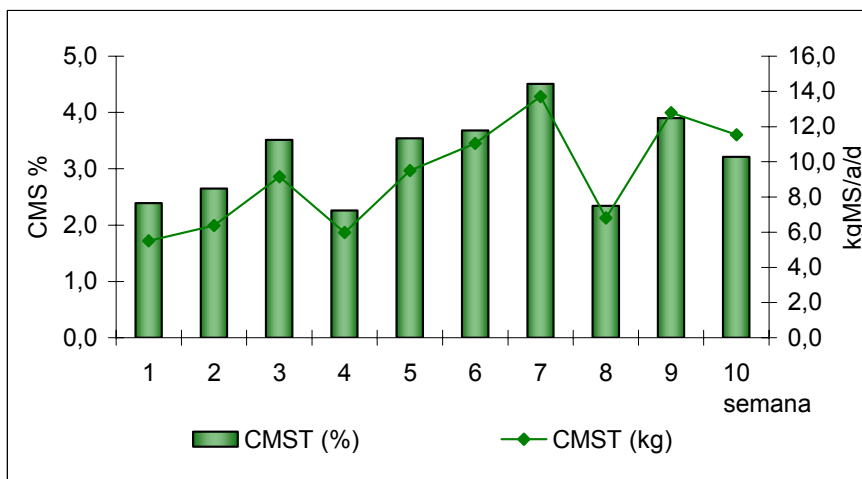


Figura 11. Consumo de MS total expresado en % y en kg MST / a / d promedio para todos los tratamientos durante las 10 semanas de estudio.

4.4. RESPUESTA ANIMAL

Vale la pena destacar que al inicio del experimento durante el período de acostumbramiento se constató por apreciación visual un bajo estado corporal en la mayoría de los animales (al extremo que un animal murió por bajo estado nutricional, según el Dr. Vet. Moraes, profesor del plan piloto Paysandú de Facultad de Veterinaria), por lo que se plantea la posibilidad de que se presente crecimiento compensatorio en algunos novillos del experimento.

4.4.1. Ganancia media diaria

La AF fue fuente significativa ($p < 0,0001$) de variación para la ganancia de peso vivo promedio de los animales pastoreando durante el periodo invierno-

primavera, no encontrándose efecto estadísticamente significativo ($p= 0,778$) de la suplementación sobre la performance animal (Anexo 3).

Tampoco se observaron diferencias significativas en la interacción entre la asignación de forraje y la suplementación sobre la ganancia de peso ($p= 0,0820$). En el cuadro 26 se presentan los coeficientes de regresión para las pendientes de evolución de peso vivo en cada tratamiento, representando a las ganancias diarias.

Cuadro 26. Ganancia de peso de los diferentes tratamientos.

Asignación de Forraje (%PV)	Sin suplemento	Con suplemento	Promedio
2,0	1,11	1,16	1,13 ^a
4,5	1,45	1,61	1,53 ^B
7,0	1,76	1,75	1,73 ^B
9,5	1,87	1,54	1,70 ^B
Promedio	1,51 a	1,53 a	

a, b: medias seguidas por distintas letras en la fila difieren estadísticamente ($p<0,05$).

A, B: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente ($p<0,05$).

Como se mencionó anteriormente las disponibilidades en este ensayo no serían limitantes y las altas ganancias obtenidas por los tratamientos plantean que no existiría un desbalance nutricional que afecte la performance de novillos pastoreando pasturas de alta calidad durante el período invierno-primavera.

La regresión de la ganancia diaria según la AF, durante el período experimental presentó un efecto cuadrático estadísticamente significativo ($p=$

0,0036). En la figura 12 se presenta la relación encontrada entre asignación de forraje y ganancia diaria de peso vivo.

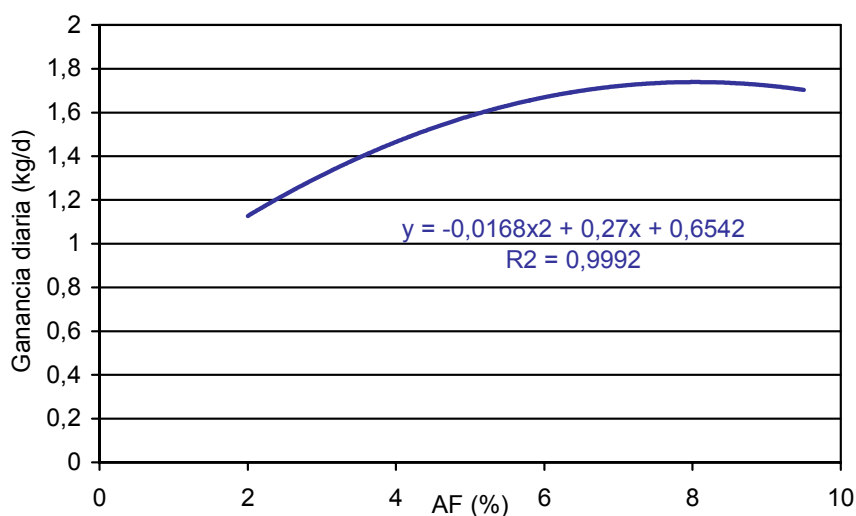


Figura 12. Ganancias medias diarias para los animales pastoreando a cuatro asignaciones.

En el gráfico se describe una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo, esta tendencia coincide con lo reportado por Poppi et al. (1987).

Las altas ganancias obtenidas en todos los tratamientos (ganancias de peso elevadas, por encima de 1 kg / día), aun en las asignaciones de 2%, pueden explicarse por la existencia de un alto potencial de ganancia de la raza (Di marco, 2007); que el mal estado nutricional al comienzo de la evaluación determino un período compensatorio (Mac Donald et al., 1986); o porque el período en estudio se realizó en un invierno benigno y en gran parte de primavera.

El máximo de la curva que expresa la mayor ganancia de peso (1,74 kg) se encuentra en 8,03% de asignación de forraje.

Estas ganancias son similares a las presentadas por Beretta et al. (2003) trabajando con novillos Hereford pastoreando raigrás anual, suplementados con grano de maíz entero y partido a AF 2,5% y 5% de PV, donde se obtuvieron para las AF 2,5% sin suplementar 0,873 kg/_d, siendo 1,305 y 1,252 kg/_d para grano entero y partido respectivamente, mientras que para la AF 5% sin suplementar las ganancias fueron de 1,348 kg/_d y para las suplementadas con grano entero y partido 1,315 y 1,367 kg/_d, respectivamente.

La ausencia de interacción AF x SUPL, es consistente con la ausencia de efecto de interacción también sobre el CMSF y CMST. En todos los casos el suplemento prácticamente se adicionó al consumo de forraje. En tal sentido no son claras las posibles causas que explican la ausencia de respuesta a la suplementación en todas las AF.

Lo esperado en términos de ganancia de peso es que hubiera respuesta a la suplementación en los tratamientos de menor asignación de forraje, no así en los tratamientos de mayor asignación de forraje (Bartaburu et al., 2003). Lo observado es que no hubo respuesta en ganancia de peso a la suplementación en ninguno de los tratamientos. La ausencia de respuesta a la suplementación en los tratamientos con menor asignación de forraje podría deberse a la competencia que hacían por el suplemento los animales volantes, no dejando comer a los animales fijos del tratamiento (Blackshaw y Wash, 2003). En cuanto a los animales de mayor asignación de forraje era dable esperar que no

existiera respuesta en ganancia de peso a la suplementación debido a que la oferta forrajera era mas que suficiente para que expresaran el máximo consumo y las máximas ganancias, pero también era de esperar mayor tasa de sustitución de forraje por suplemento en tales circunstancias (Simeone, 2005). Sin embargo ello no fue así y el suplemento se adicionó al consumo de forraje (figura N° 10), esto puede explicarse por una interacción negativa en el rúmen entre los componentes de la ración lo que ocasionaría una disminución en la eficiencia del uso del suplemento (Orcasberro, 1997).

4.4.2. Comportamiento ingestivo

La interacción entre la pastura y el animal en pastoreo es un proceso dinámico, en el que por un lado los atributos del forraje inciden sobre las características del material ingerido y por otro el animal, a través del residuo que deja, afectara la capacidad de rebrote de la pastura. Por lo tanto en función del forraje disponible el animal adapta su comportamiento ingestivo, destinando distintos tiempos a las actividades en pastoreo para satisfacer sus requerimientos (Elizondo et al., 2002).

4.4.2.1. Actividad del animal en pastoreo

Teniendo en cuenta que las observaciones se realizaron durante el período de horas luz, las tres actividades que los animales realizaron fueron, en orden de importancia relativa del tiempo dedicada a cada una de ellas: el pastoreo, el descanso, la rumia y por último el consumo de grano (Anexo 5, 6 y 7).

El tiempo promedio destinado a pastoreo fue afectado por la asignación de forraje ($p < 0.0001$) y por la suplementación ($p = 0.0005$), siendo mayor el tiempo de pastoreo en los tratamientos sin suplemento, AF x SEMANA también fue fuente significativa ($p = 0.0020$), no así la interacción AF x SUPL ($p < 0.1064$). En cuanto a la semana, así como también día dentro de semana, ambos tuvieron efecto significativo en la actividad de pastoreo ($p < 0.0001$), no encontrándose diferencias significativas en la interacción AF x SUPL x SEMANA ($p = 0.2272$).

Para la actividad descanso se encontraron diferencias significativas para AF ($p < 0.0001$), así como también entre con y sin suplemento ($p = 0.0034$). No se encontró interacción entre AF x SUPL para la actividad descanso ($p = 0.0627$). En cuanto al efecto semana, así como también día dentro de semana hubo efecto significativo ($p = 0.0214$ y $p = 0.0031$ respectivamente), no encontrándose diferencias significativas en la interacción AF x SUPL x SEMANA ($p = 0.0173$).

Para el tiempo de rumia la asignación de forraje fue fuente significativa ($p < 0.0001$), la suplementación no tuvo un efecto significativo ($p = 0.22$), al igual que para la interacción AF x SUPL ($p = 0.877$). En cuanto a la semana, así como también día dentro de semana, ambos tuvieron efecto significativo en la actividad de rumia ($p < 0.0001$), no encontrándose diferencias significativas en la interacción AF x SUPL x SEMANA ($p = 0.0093$).

En los cuadros 27 y 28 se presenta la probabilidad de ocurrencia de cada una de estas actividades (la cual puede asumirse como la proporción del tiempo total de observación que el animal destinará a las mismas) para las diferentes AF y niveles de suplementación, respectivamente.

Cuadro 27 Probabilidad de ocurrencia de actividad de pastoreo, rumian o descanso según asignación de forraje.

Asignación de forraje (%PV)	Pastoreo	Rumia	Descanso
2,0	0,45 b	0,10 c	0,42 a
4,5	0,56 a	0,16 b	0,24 b
7,0	0,46 b	0,24 a	0,27 b
9,5	0,46 b	0,23 a	0,27 b

a, b: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

El tiempo que el animal dedica al pastoreo predomina para las cuatro AF, es sabido que al restringir el tiempo de acceso a la pastura, los animales priorizan las actividades de pastoreo (Chilibroste et al., 1997). Siendo el tiempo de observación de aproximadamente 12 horas promedio para el período de estudio los animales pastorearon 6,7 horas en el tratamiento 4,5% y 5 horas en el resto, este valor es similar al presentado por Berasain et al. (2002), quienes afirman que los animales que pastorean aproximadamente 5,5 horas por día, se encuentran muy por debajo del tiempo máximo de pastoreo reportado por Hodgson (1990), siendo este de 8 a 9 horas.

Eliminado: y

Para el tiempo de pastoreo la asignación 4,5% tuvo diferencias significativas ($P < 0,05$) con el resto, dedicándole mayor tiempo al pastoreo. La compensación en el tamaño de bocado al restringirse la AF no es total, al bajar de 7% a 4,5% el animal incrementa el tiempo de pastoreo para mantener un consumo mayor. Al seguir bajando, la restricción en la oferta no es compensada y el animal detendría antes su consumo a la espera de una nueva franja. En

términos de horas de pastoreo, el valor estaría lejos del máximo de horas reportado, sin embargo al animal adaptarse al manejo del pastoreo, probablemente adapte también el tiempo de pastoreo a este. Mas aún si la competencia con los volantes era alta.

Lo más destacable es la ausencia de diferencias en todas las variables entre los dos niveles mayores de AF, indicando que probablemente la incidencia de los factores no nutricionales comienzan a ejercerse a AF menores a 7%.

Como se ve la asignación de forraje 2% tuvo diferencias significativas ($P < 0,05$) con el resto de los tratamientos para la actividad descanso, presentando esta asignación de forraje mayor tiempo de descanso que el resto de los tratamientos. Esto se debe a la restricción alimenticia en la cual se encontraban los animales. A partir de las primeras horas de la tarde no tenían oferta forrajera; por lo tanto solo podían descansar o rumiar, aumentando así el tiempo de descanso con respecto al resto de los tratamientos.

Entre los tratamientos de mayor asignación de forraje (9,5% y 7%) no se encontraron diferencias significativas para el tiempo de rumia, si encontrándose diferencias entre los tratamientos de menor asignación de forraje (4,5% y 2%) y de estos con el resto. Esto puede deberse a la calidad de la pastura, en los tratamientos 9,5 y 7% en comparación con los tratamientos de 4,5% y 2% se encontró mayor cantidad de restos secos y menor proporción del componente leguminosa, todo esto trae como consecuencia una menor calidad de la pastura.

Eliminado: .

Eliminado: .

Eliminado: .

El tiempo total que el animal dedica a rumiar, en términos muy generales es alrededor de las tres cuartas partes del pastoreo (Galli et al., 1996), explicando de esta manera la menor rumia con respecto a descanso y pastoreo.

Cuadro 28. Probabilidad de ocurrencia de actividad de pastoreo, rumia o descanso según animales suplementados y no suplementados.

	Pastoreo	Rumia	Descanso
Sin suplemento	0,514 a	0,184 a	0,279 b
Con suplemento	0,450 b	0,171 a	0,313 a

a, b: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

El primer efecto notorio causado por la suplementación con grano de sorgo en el comportamiento animal en pastoreo fue la sustitución en el tiempo dedicado a pastorear por el tiempo dedicado al consumo de grano. Esto confirma lo dicho por Prescott, citado por Carriquiry et al. (2002) donde al suplementar se altera la actividad normal de pastoreo.

El tiempo promedio dedicado a la actividad descanso es mayor para los animales suplementados, debido a que los mismos sustituyen tiempo de pastoreo por tiempo de descanso.

La suplementación de grano de sorgo no afecto el tiempo de rumia. Esto coincide con Adams, citado por Berasain et al. (2002) la rutina de suplementación no afectaría el tiempo de pastoreo, de rumia ni descanso.

Según lo reportado por Galli et al. (1996) la rumia se realiza principalmente en horas de la noche y la mayor intensidad se alcanza en seguida del anochecer. Stockdale y King, citados por Contatore et al. (2007)

afirman que la actividad descanso también se desarrolla mayoritariamente de noche, período en el cual es esperable que se de un menor tiempo destinado al pastoreo, por lo tanto al realizar las mediciones entre las 8 y 19 horas se podrían estar subestimando algunas actividades.

Eliminado: i

Galli et al. (1996) propone que el tiempo de rumia varia es función de la calidad y digestibilidad del forraje consumido. El forraje tallado, con alto contenido de fibra cruda, provoca una mayor extensión de la rumia, mientras que forraje con mucho contenido de hojas y bajo de fibra (alta digestibilidad) determina períodos de rumia más cortos.

4.4.3. Evolución del comportamiento ingestivo durante el período experimental

En la figura 13 se presenta la evolución de cada actividad a lo largo del periodo experimental.

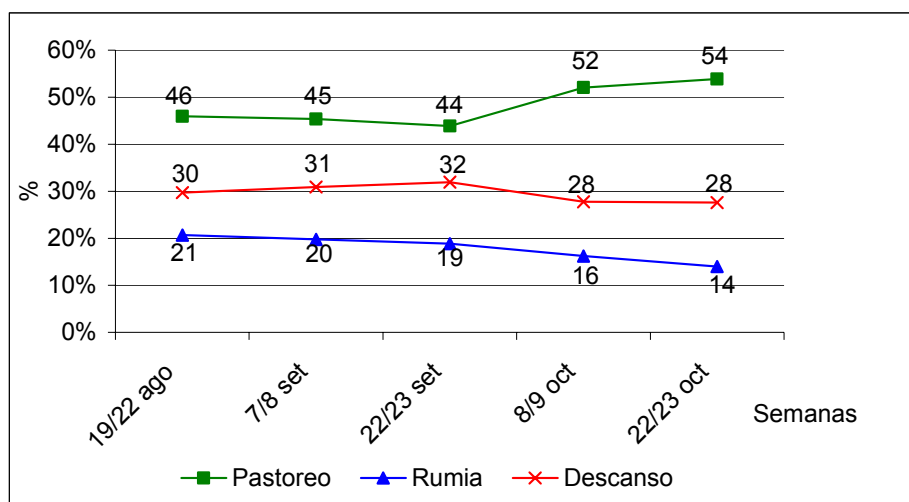


Figura 13. Tiempo destinado a cada actividad según semana

Para pastoreo en promedio se encontraron diferencias ($p < 0,05$) entre las tres primeras semanas y las últimas dos, siendo mayor el tiempo de pastoreo en las dos últimas semanas. Por el contrario para la actividad rumia se observa una tendencia decreciente a medida que transcurre el período en estudio. Esta tendencia decreciente concuerda con lo esperado debido a que a medida que transcurre el tiempo, los días se van alargando, produciéndose el fuerte de esta actividad en el periodo de la noche. Esto coincide con lo propuesto por Galli et al. (1996) quien propone que la rumia se realiza principalmente en horas de la noche y la mayor intensidad se alcanza enseguida del anochecer. Además coincide con el patrón de pastoreo que aumenta a medida que el tiempo avanza. Por esto se podría decir que el pastoreo aumenta conforme disminuye la rumia.

Otra razón por la cual se puede explicar el tiempo de pastoreo con el transcurso de las semanas es que la altura de la pastura era cada vez menor, provocando así mas dificultad de cosecha (Poppi et al., 1987). Por lo cual se observa un aumento marcado en el tiempo de pastoreo en las menores asignaciones de forraje no siendo tan claro este aumento en las asignaciones con mayor oferta forrajera (7% y 9,5%).

Estos datos contrastan con los encontrados por Elizondo et al. (2003), quienes con el correr de las semanas registraron una disminución del tiempo de pastoreo y un aumento de rumia, explicándolo por el mayor contenido de MS de la pastura, así como el mayor contenido de fibra de la misma. A su vez Poppi et al. (1987), explica que en la medida que la proporción de vainas aumenta, esto puede generar aumentos en el tiempo de rumia y descenso en el tiempo de pastoreo.

4.4.3.1. Patrón de pastoreo

El tiempo dedicado al pastoreo mostró un claro patrón de variación a lo largo del día. En la figura 14 se presenta la proporción promedio de animales pastoreando para las cuatro asignaciones de forraje, en intervalos de dos horas.

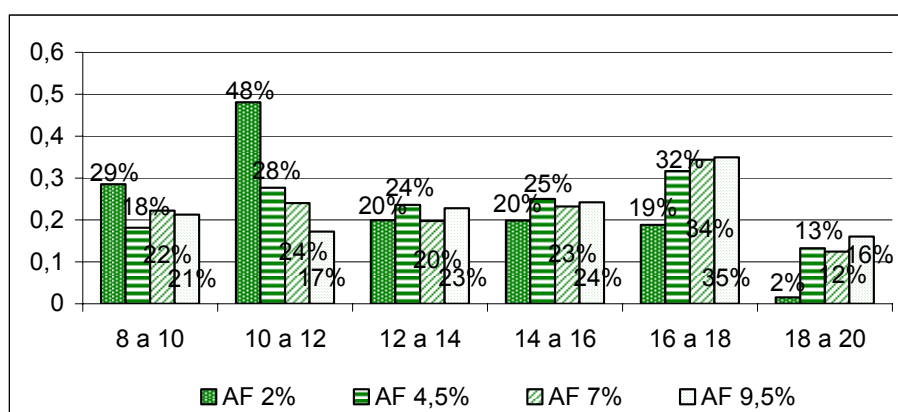


Figura 14 Proporción de tiempo dedicada al pastoreo para cada asignación de forraje según conjunto de horas.

Estos resultados coinciden con lo citado por Rovira (2002) el cual sostiene que cuando el forraje se hace más escaso el tiempo de pastoreo se alarga. Para asignaciones de 2% donde la disponibilidad es limitante, el tiempo de pastoreo disminuye, esto es debido a que los animales a estas asignaciones quedan sin forraje cosechable a horas tempranas de la tarde (remanentes menores a 2 centímetros), no pudiendo aumentar el tiempo de pastoreo debido a la inaccesibilidad del forraje.

Según resultados sobre el mismo ensayo realizados por Fernández et al. (2008) se destacó que en las primeras horas de pastoreo todos los tratamientos experimentaron una caída en cuanto a su altura, pudiendo explicarse por el ingreso a la nueva franja, donde el comportamiento de los animales fue de pastorear más intensamente. En los tratamientos de 2,0% PV ocurrió una caída abrupta de la altura en las primeras tres horas de pastoreo, manteniéndose constante hasta el final, esto indica que para estas asignaciones no resultaría conveniente mantener los animales por un mayor período de tiempo ya que luego de las tres horas de pastoreo desaparece el forraje disponible. El resto de los tratamientos experimentaron dos caídas con una pendiente mas leve (a las tres y a las seis horas) lo cual indica que el pastoreo se realiza en dos etapas pastoreando primero un horizonte superior para luego pasar a cosechar de un estrato inferior, siendo lógico que el animal permaneciera por un período mayor de tiempo (anexo 11).

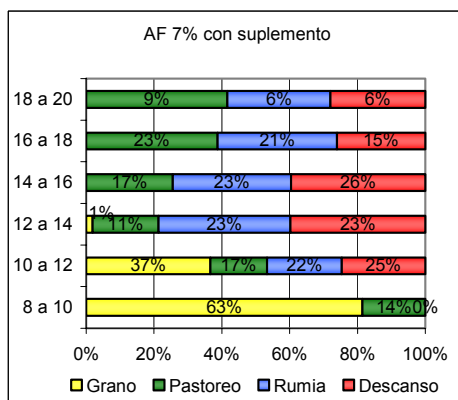
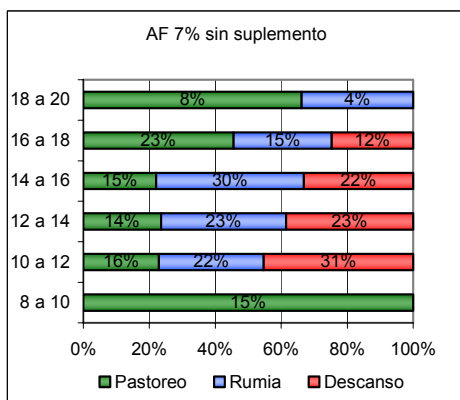
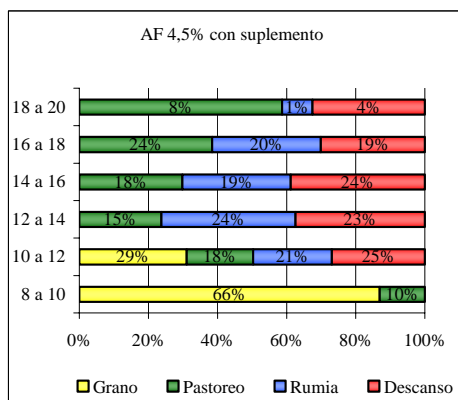
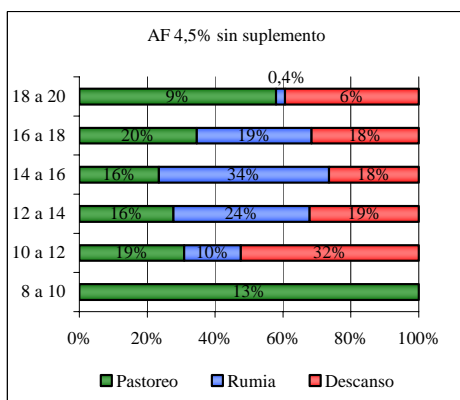
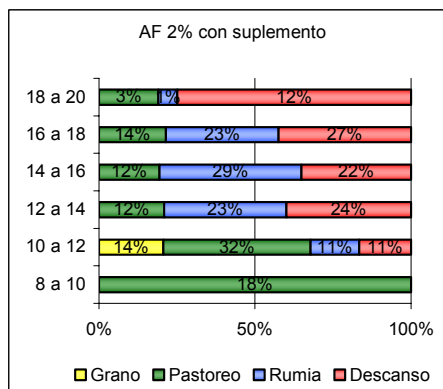
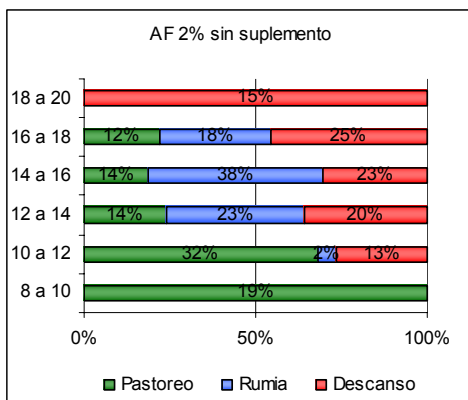
Berasain et al. (2002), Elizondo et al. (2003), encontraron que con AF de 2,5% los animales ingresaban a la franja con mayor apetito producto de la restricción de forraje, lo que lleva a un pico de pastoreo más prolongado que el observado para las AF de 5%. Este comportamiento provocaba un descenso del forraje remanente más acentuado cuando la AF era de 2,5%, restringiendo severamente el pastoreo mas allá de media tarde (15hrs). En este experimento se observó a campo un comportamiento muy similar para la AF 2%. Por el contrario ya con una AF de 4,5% al ser menor la presión de pastoreo tenían más disponible y la posibilidad de seleccionar pudiendo lograr un mayor consumo de forraje.

Animales pastoreando en franjas diarias tienden a presentar una mayor actividad de pastoreo inmediatamente luego de ingresar a la nueva parcela

(Beretta et al., 2003), de forma tal que el cambio en la hora de rotación podría afectar el consumo total. No obstante, cambios en los componentes de comportamiento animal, podrían modificar la respuesta esperada. Según Scholljerd, citado por Beretta et al. (2005) la variación en el contenido de MS y carbohidratos de las pasturas a lo largo del día podría ser aprovechada modificando el manejo del pastoreo, de forma de promover mayores consumos en la tarde.

4.4.4. Patrón de comportamiento ingestivo

En la figura 15 se presenta la distribución porcentual de las actividades de comportamiento ingestivo.



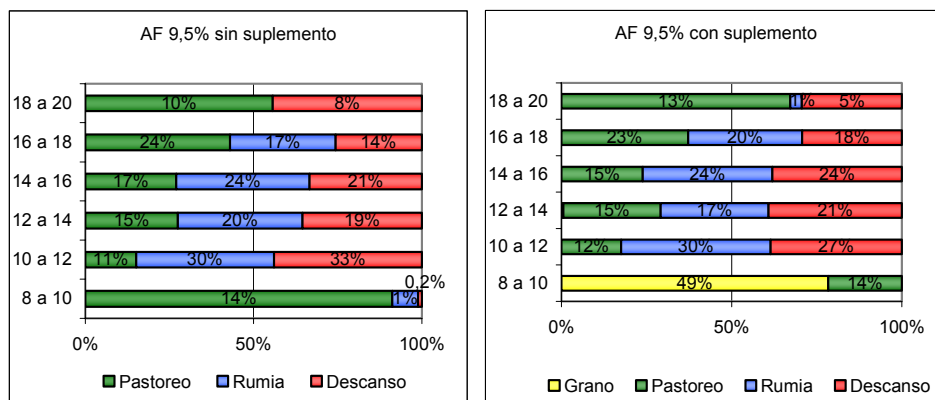


Figura 15. Evolución de la de la distribución porcentual de las actividades de comportamiento ingestivo durante el día para las cuatro asignaciones con y sin suplemento.

El tiempo de pastoreo para la AF 2% PV mostró un claro patrón de variación a lo largo del día. Se puede observar como para suplementados y no suplementados disminuye el pastoreo con el transcurso de las horas, aumentando de forma notoria el descanso debido a la falta de forraje disponible sobre las últimas horas del día.

Es de destacar que para la asignación de 2% PV suplementado no existió consumo de grano al comienzo del cambio de franja. Esto estaría relacionado con la competencia de los volantes, explicando la ausencia de respuesta en la ganancia media diaria a la suplementación a esta baja asignación de forraje (Mac Loughlin, 2005).

Para todas las asignaciones sin suplementación existió un pico de pastoreo prolongado a primera hora de la mañana a diferencia de los suplementados donde sobre las primeras horas de la mañana predominó el

consumo de grano sobre el pastoreo (exceptuando la asignación 2% suplementado).

La asignación 9,5_%PV sin suplementar presenta un primer pico de pastoreo sobre las primeras dos horas de la mañana pero este es menos prolongado que para las asignaciones restantes, existiendo una pequeña proporción de rumia y descanso. Este pico menos prolongado que los restantes probablemente es debido a la inexistencia de restricción de forraje, siendo el ingreso a la franja con menor apetito que las anteriores.

La respuesta observada para los tratamientos 4,5_%, 7,0 % y 9,5_% de AF sin suplementar coincide con la reportada por Hodgson, citado por Berasain et al. (2002), donde se obtuvieron dos períodos intensos de pastoreo, uno al entrar a la franja y otro al atardecer. Según Barret et al. (2000), este comportamiento puede constituir una respuesta de los animales a la mayor concentración energética de la pastura al final del día, o simplemente porque los animales intentan obtener mayor cantidad de alimento antes de que llegue la noche.

En la asignación 2% se observa la ausencia del segundo pico de pastoreo (antes del anochecer) debido a la inexistencia de forraje a estas horas. Esto es confirmado por un trabajo realizado en paralelo por Fernández et al. (2008), quienes sostienen que hubo una rápida reducción de la altura de la pastura para el tratamiento de 2,0 %PV, disminuyendo aproximadamente diez centímetros en un lapso de tres horas. En este tratamiento la altura de la pastura no varía luego de las tres horas y media de pastoreo aproximadamente, esto podría estar indicando que los animales remueven todos los estratos en las primeras horas de pastoreo (anexo 7 y 8).

4.4.5. Tasa de bocado

La asignación de forraje no fue fuente significativa ($p=0,1214$) de variación para la tasa de bocado promedio diaria, tampoco se encontró efecto estadísticamente significativo ($p=0,0525$) de la suplementación. La interacción AF x SUPL si fue fuente significativa ($p<0,0001$) sobre la tasa de bocado promedio diaria (Anexo 8).

En el cuadro 29 se presenta el número de bocados promedio para todos los tratamientos.

Cuadro 29. Tasa de bocado promedio diario para animales para todos los tratamientos.

Tasa de bocado (bocados / minuto)				
Asignación de Forraje (%PV)	Forraje s/suplemento	Forraje c / suplemento	Promedio	
2,0	41	32	37 A	
4,5	40	35	37 A	
7,0	37	42	39 A	
9,5	36	39	37 A	
Promedio	38 a	37 a		

A y B: medias seguidas por distintas letras en la fila difieren estadísticamente $p<0,05$

a y b: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente $p<0,05$

La tasa de bocado promedio fue de 37,5 bocados por minuto. Hodgson, citado por Berasain et al. (2002) obtuvo tasa de 48 y 54 bocados / minuto en las asignaciones de 3% y 6% respectivamente pastoreando raigrás perenne,

mientras que Berasain et al. (2002) reportaron tasas de bocado promedio de 33 bocados / minuto sobre avena.

Elizondo et al. (2003), obtuvieron tasas promedio de bocado entorno a los 40 bocados / minuto, presentando menores tasas de bocado los tratamientos de 2,5% AF al finalizar la tarde que los de 5%, por razones de restricción de forraje.

Según Cangiano et al. (1996) la tasa de bocado aumenta cuando disminuye la biomasa y la altura de la pastura, pero Forbes, citado por Cangiano (1996) no encontró relación entre tasa de bocado y biomasa y Hodgson (1990) no encontró relación entre biomasa y altura.

Es de destacar que la asignación del 2% de AF presentó un pico de pastoreo a primera hora de la mañana (figura 14), cuando se realiza el cambio de franja, lo que fue acompañado del mayor número de bocados por minuto, esto es debido como se ha mencionado anteriormente al período de ayuno previo al ingreso a la franja.

Considerando que el CMSF medio diario estimado para los tratamientos 2%; 4,5%; 7% y 9,5%, fue de 3,88; 7,43; 9,55; 10,96 kg / animal / día, respectivamente, el peso de bocado (PB) derivado de la ecuación $CMSF (g/d) = TP (min) \cdot TB (boc / min) \cdot PB (g / boc)$ (Hodgson, 1990), se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 30. Cálculo de peso de bocado (mg / bocado).

AF (%PV)	CMSF (gMS/día)	Proporción tiempo pastoreo*	Tiempo pastoreo (min)	Tasa de bocado (boc/min)	Peso de bocado (mg/boc)
2,0	3880	0,452	325,4	37	322
4,5	7430	0,563	405,6	37	495
7,0	9550	0,459	330,5	39	741
9,5	10960	0,456	328,3	37	902

* Observación durante las horas luz, entre las 8:00 y 20:00 horas. Este cálculo supone la ausencia de pastoreo fuera de este horario

Hodgson (1990), muestra que el consumo de forraje refleja claramente el peso del forraje cosechado por bocado. Hodgson, citado por Montossi et al. (1996) detalla que una vez registrados bajos consumos por bocado, estos no pueden ser adecuadamente compensados por un incremento en la tasa de bocados o un aumento en el tiempo de pastoreo.

En la figura 16 se presenta la tasa de bocado promedio según hora para las cuatro asignaciones.

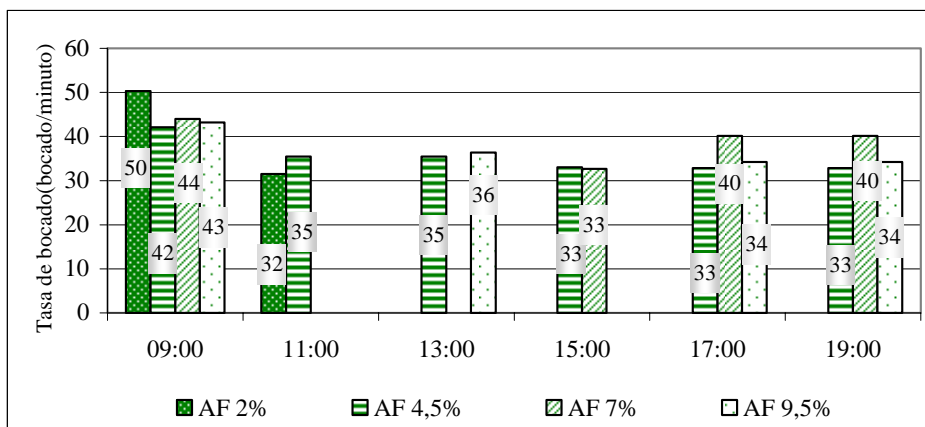


Figura 16. Evolución de la tasa de bocado promedio según hora para las cuatro asignaciones.

De la figura se destaca que a la hora 9 se presentaron las mayores tasa de bocado para todas las asignaciones de forraje siendo la asignación de 2% diferente significativamente del resto ($P < 0,05$), presentando estos animales mayor número de bocados por minuto (50 bocados / min), esto se debe a la restricción de forraje.

Se observa una disminución de las tasas de bocado sobre el mediodía, luego esta se mantiene para las asignaciones 4,5%; 7% y 9,5% de PV hasta finalizar la tarde. Para la asignación 2% no hubo registros de pastoreo en los momentos en que la tasa de bocado debía ser medida, debido como ya fuera señalado a la falta de forraje sobre la tarde.

Hodgson (1990), afirma que el consumo de forraje refleja claramente el peso del forraje cosechado por bocado. Hodgson, citado por Montossi et al. (1996) detalla que una vez registrados bajos consumos por bocado no pueden

ser adecuadamente compensados por un incremento en la tasa de bocados o un aumento en el tiempo de pastoreo.

4.5. PRODUCCION DE CARNE POR HECTAREA

En el cuadro 31 se muestra la producción de carne por hectárea durante todo el período experimental calculada para cada tratamiento.

Eliminado: i

Cuadro 31. Producción de carne por hectárea de novillos para los 8 tratamientos

Producción de carne por hectárea (kg / hectárea)		
Asignación de Forraje (%PV)	Sin suplemento	Con suplemento
2,0	1160	1372
4,5	727	869
7,0	522	558
9,5	371	367
Promedio	792	695

Se observa una clara tendencia a aumentar la producción de carne por unidad de área a medida que se aumenta la presión de pastoreo.

Existe una tendencia clara en una mayor producción de carne por hectárea en la asignación 2% y 4,5% suplementado sobre la no suplementado (212 kg / ha y 142 kg / ha mas para 2% y 4,5% suplementados). En el resto de los tratamientos no se aprecia un efecto claro de la suplementación sobre la producción de carne, solo existe una pequeña tendencia a aumentar este indicador en la asignación de forraje 7% al incluirse grano de sorgo molido.

En el cuadro 32 se presenta los valores de carga media para todo el período experimental registrado en cada tratamiento. Con los animales manejados al 2% se obtuvo una carga promedio de 9,1 UG / ha versus 4,4 UG / ha en la asignación 4,5%, esto indica que al duplicar la carga si bien se dio una disminución en la ganancia media diaria (0,395 kg / a / día, promedio), la producción de carne por hectárea aumento un 37% promedio para tratamientos suplementados y sin suplemento.

Cuadro 32. Carga (UG / ha) de novillos para los 8 tratamiento.

Asignación de Forraje (%PV)	Carga (UG / ha)		
	Sin suplemento	Con suplemento	Promedio
2,0	8,8	9,5	9,1
4,5	4,3	4,5	4,4
7,0	2,8	3,0	2,9
9,5	2,1	2,3	2,2
Promedio	4,5	4,8	

Se observa una disminución en la carga a medida que aumentamos la asignación de forraje. Es de destacar la similitud en la carga entre tratamientos suplementados y sin suplementar, a excepción del tratamiento de 2% de asignación de forraje los cuales difieren en 0,7 UG / ha.

Eliminado: .

Si bien la suplementación no tuvo un efecto estadísticamente significativo en la ganancia media diaria, en cuanto a la producción de carne para cada tratamiento, la suplementación tuvo un efecto marcado en la asignación 2% y 4,5% mientras que para el resto no hubo una clara tendencia para este

indicador, esto puede ser explicado por una carga superior en la asignación 2% suplementado.

La respuesta en producción de carne por unidad de área junto a la performance individual al incrementar la carga, se presenta en la figura 17 y 18.

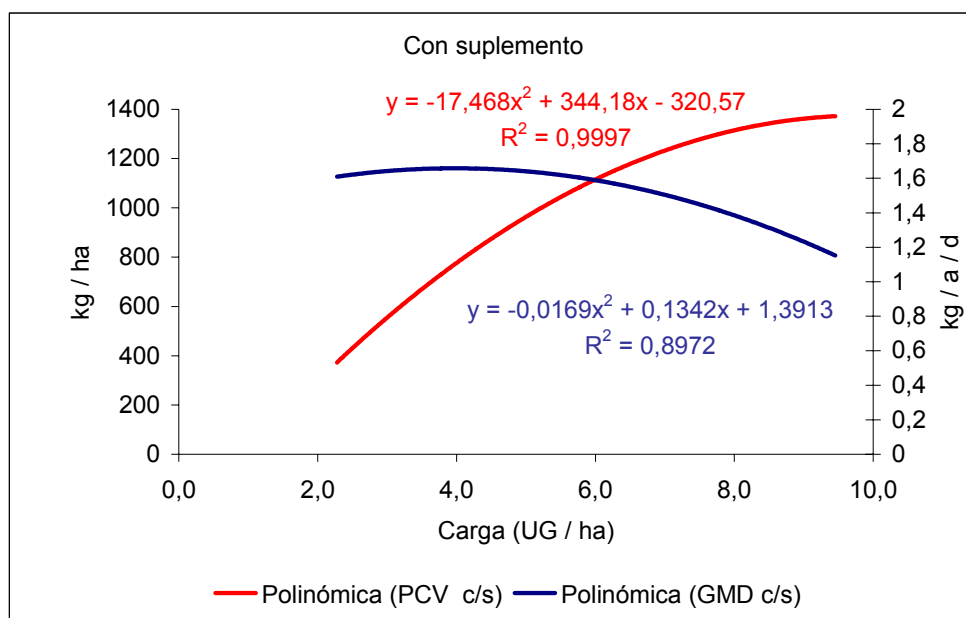


Figura 17. Ganancia promedio diaria por animal y producción de carne por hectárea según carga para animales con suplemento.

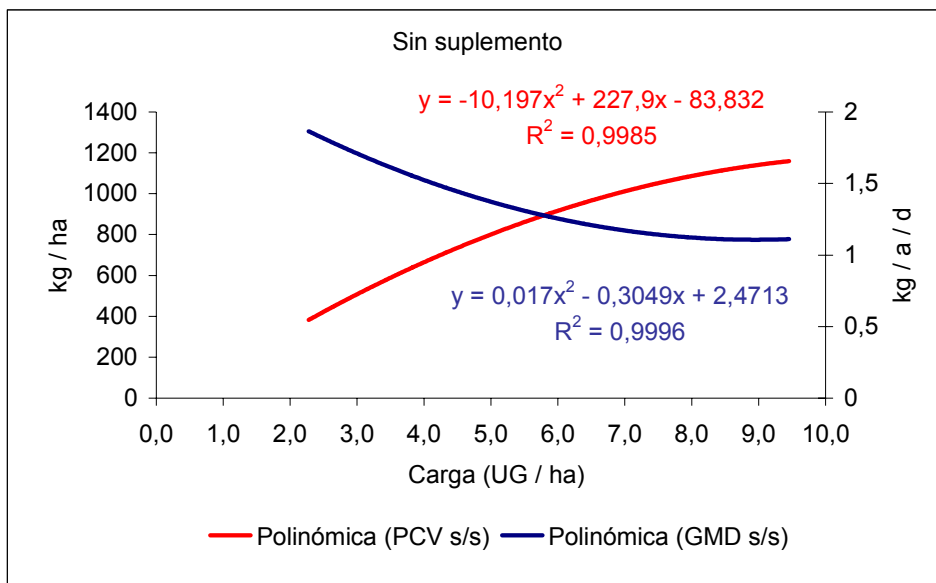


Figura 18. Ganancia promedio diaria por animal y producción de carne por hectárea según carga para animales sin suplemento.

Como ya fuera demostrado por Mott (1960), al incrementarse la producción de carne por hectárea, se sacrifica parte de la performance individual de los animales. Si se comparan las GMD (kg / animal / día) con la producción de carne, vemos que a medida que aumenta la AF también lo hace la GMD por animal pero la producción de carne disminuye. Esto nos indica que ambas variables se comportan de manera inversa ante cambios en la AF.

La falta de diferencias significativas de los tratamientos suplementados y no suplementados para GMD, pudo deberse, como se mencionó anteriormente, a que el período de evaluación no abarcó un rango de días invernales muy

intensos y a la buena calidad presentada por el raigrás perenne previo al pastoreo.

Al aumentar la asignación de forraje de los suplementados se registró un aumento en la ganancia diaria por animal, alcanzando el máximo con la asignación de 7% de PV, no variando al aumentar la asignación a 9,5% de PV. Para los tratamientos no suplementados alcanza un máximo en 9,5% de PV. Tanto como para las asignaciones con y sin grano la ganancia por hectárea en cambio aumentó al disminuir la AF, este comportamiento observado concuerda con el mencionado por Mott (1960).

Los resultados obtenidos coinciden con lo expresado por Cubillos y Mott (1969), quienes manifiestan que a medida que disminuye la presión de pastoreo existe un aumento en el producto animal expresado como ganancia diaria de peso individual. Esto significa que hay una correlación negativa entre la carga animal y la ganancia por individuo y se debe a que al disminuir la carga aumentan las posibilidades de selección de un forraje de mayor valor nutritivo.

4.6. DISCUSION GENERAL

Las ganancias obtenidas en los tratamientos testigos fueron iguales a los tratamientos suplementados, aún para las asignaciones más restrictivas. Las altas ganancias obtenidas por los tratamientos plantean que no existiría un desbalance nutricional que afecte la performance de novillos pastoreando pasturas de alta calidad durante el período invierno-primaveral. Limitaciones en el consumo por asignaciones de forraje insuficientes parecerían ser la principal causa de las menores ganancias obtenidas en estas situaciones. Además este

manejo lleva a altas utilizaciones del pasto, perjudicando el rebrote y la productividad futura de la pastura.

Desde el punto de vista de la productividad de la pastura el restringir la oferta de forraje puede tener tres implicancias: primero, mayor aprovechamiento de este a través de un mayor porcentaje de utilización pero en desmedro de un aumento del intervalo entre dos pastoreos (mayor tiempo de retorno) debido a una menor tasa de crecimiento dada por el menor forraje remanente. Segundo, al consumirse menos área por día, se demora más en consumir todo el forraje, lo que puede llevar a que una determinada área del mismo pase al estado reproductivo, con la consecuente pérdida de calidad (digestibilidad) y a la necesidad de destinar esa área para otro fin (fardos o semilla) pudiéndose afectar (disminuir) así el período de utilización planificado para esa pastura. Tercero, desde el punto de vista de la performance animal, se compromete el consumo de forraje, viéndose afectadas las ganancias de peso.

La GMD en función de la asignación de forraje presentó un efecto cuadrático ($p= 0,0036$), observándose el máximo de la curva que expresa la mayor ganancia de peso (1,74 kg / animal /día) en 8,03 % de AF.

A nivel de sistema de producción es claro el impacto que tendría la suplementación sobre la carga y la ganancia de peso al trabajar con asignaciones de pasto restringidas. Aplicada en forma estratégica sobre este tipo de pasturas permitiría mantener la carga de forma de aprovechar eficientemente el excedente de forraje de la primavera sin reducciones en la productividad por hectárea. Esta práctica estará supeditada a las relaciones de precios existentes y también en gran parte por la eficiencia de conversión de grano a carne.

Una alternativa para aumentar la productividad por hectárea manteniendo altas performances individuales, sería restringir la oferta de forraje y suplementar con algún tipo de concentrado energético, para el caso de raigrás perenne cv Horizon no se encontró respuesta a la suplementación con grano de sorgo aun para asignaciones restrictivas de 2 % PV, esto estaría relacionado con la competencia de los volantes, lo cual podría estar explicando esta ausencia de respuesta en la ganancia media diaria a la suplementación a esta baja asignación de forraje, siendo el consumo de grano muy inferior al ofrecido para los animales fijos. No obstante existen evidencias de respuestas favorables a la suplementación sobre raigrás, en el período invernal en bajas asignaciones de forraje (Bartaburu et al., 2003).

Las disponibilidades en este ensayo no serían limitantes y las altas ganancias obtenidas por los tratamientos (ganancias de peso elevadas, por encima de 1 kg./día), aun en las asignaciones de 2%, pueden explicarse por la existencia de un alto potencial de ganancia de la raza; que el mal estado nutricional al comienzo de la evaluación determinó un período compensatorio; o porque el período en estudio se realizó en un invierno benigno y en gran parte de primavera.

El nivel de asignación de forraje provocó diferencias significativas en la performance animal, teniendo un efecto directo en la tasa de defoliación de la pastura, en los tratamientos de 2,0% PV ocurrió una caída abrupta de la altura en las primeras tres horas de pastoreo, manteniéndose constante hasta el final. El resto de los tratamientos experimentaron dos caídas con una pendiente mas leve (a las tres y a las seis horas) lo que afectaría el comportamiento ingestivo directamente a través del peso de bocado.

Desde el punto de vista de la performance animal al volver a pastorear estos tratamientos con el mismo período de descanso, el consumo y la ganancia deberían verse afectados en el caso de 2% de AF por la altura del forraje, no siendo así para el resto de los tratamientos. Para las asignaciones superiores (7% y 9,5%), la disponibilidad del rastrojo siempre fue superior que para las asignaciones mas bajas (2% y 4,5%). El rebrote de la pastura podría verse retardado o comprometido en la asignación de 2% comparándolo con el resto de los rastrojos. Desde una perspectiva del sistema, el hecho del mayor tiempo del rebrote para llegar a una misma disponibilidad en el caso de 2% y 4,5%, puede llevar a no cumplir con lo planificado, o a realizar menos pastoreos de los posibles debido a una necesidad de cerrar la pradera para que se recupere.

Los animales manejados a altas asignaciones (7% y 9,5%) obtuvieron mayor consumo de forraje, si bien presentaron igual tiempo de pastoreo que 2%, estas asignaciones presentaron menor tiempo de descanso. Las tasas de bocado fueron iguales para todas las asignaciones, por lo que el mayor consumo de forraje este dado por un mayor peso de bocado. Los animales al 2% AF, a pesar de tener igual tiempo de pastoreo e igual tasa de bocado no lograron compensar los menores peso de bocado. Esto trae como consecuencia una reducción en el consumo, influyendo negativamente en la performance animal.

La tendencia señalada anteriormente referida a que aumentos en la AF aumentan el consumo, también puede ser explicada, en parte por el comportamiento en pastoreo de los animales y el patrón de defoliación de la pastura, según lo señalado por Berasain et al. (2002), Elizondo et al. (2003).

Dichos autores encontraron que con AF de 2,5% los animales ingresaban a la franja con mayor apetito debido a la restricción de forraje, lo que lleva a un pico de pastoreo más prolongado que el observado para las AF de 5%. Este comportamiento provoco un descenso del forraje remanente más acentuado cuando la AF era de 2,5%, restringiendo severamente el pastoreo mas allá de media tarde (15hrs). En el presente experimento se observó a campo un comportamiento muy similar para la AF 2%. Por el contrario en la AF de 4,5% al ser menor la presión de pastoreo tenían más disponible y la posibilidad de seleccionar pudiendo lograr un mayor consumo de forraje.

La suplementación afecto el consumo total, si bien no existió una sustitución para ninguna de las asignaciones, si modifico el comportamiento ingestivo siendo menor el tiempo de pastoreo para animales suplementados, aumentando así el tiempo de descanso.

Desde el punto de vista de la productividad de la pastura al restringir la oferta de forraje se obtuvo mayor aprovechamiento de este a través de un mayor porcentaje de utilización. El menor porcentaje de utilización en las asignaciones de forraje 4,5 %, 7% y 9,5% también esta explicando las mayores ganancias de PV individuales en comparación a las obtenidas en 2% de AF. Esto concuerda con lo dicho por Blaser, citado por Bartaburu et al. (2003) quienes afirman que a presiones de pastoreo que permitan una alta disponibilidad de forraje por animal y posibilidad también de realizar pastoreo selectivo lograrán un mejor comportamiento individual comparando con presiones más altas (mayor utilización de forraje), que son los que maximizan la producción por hectárea.

Las eficiencias de conversión del suplemento son muy bajas para 2,0 % y 7,0 % (35:1), a excepción del tratamiento de 4,5 % de AF que fue 16:1, para la AF 9,5% no existió eficiencia de conversión individual (ECI), observándose también que no hay respuesta a la suplementación en ninguno de los tratamientos. Estas eficiencias de conversión son malas porque están asociadas a las altas tasas de ganancia de los tratamientos testigo (sin suplemento) obtenidas en el experimento. Aún cuando se restringió la asignación de forraje a 2% PV, y contrariamente a lo esperado (Vaz Martins, 1997) la EC de concentrado no mejoró. Si bien no existió una disminución significativa en el consumo de forraje asociada a la suplementación con grano, la adición de este no se reflejó en una mejora significativa de la GMD, perjudicando a la ECI.

Según Orcasberro (1997) la disminución en la eficiencia del uso del suplemento puede explicarse por una interacción negativa en el rúmen entre los componentes de la ración.

5. CONCLUSIONES

- Las diferentes intensidades de pastoreo manejadas a través de la asignación de forraje inciden en forma positiva sobre el consumo de novillos Holando pastoreando una pastura mezcla con raigrás Horizon de buena calidad en invierno- primavera, aumentando significativamente la ganancia de peso de los animales.
- El consumo de forraje de novillos en pastoreo registró incrementos decrecientes conforme se aumentó la asignación de forraje entre 2% y 9,5%, registrándose los máximos consumos en novillos pastoreando 9,15%.
- Las GMD de aumentan en forma cuadrática al aumentar la AF de 2 a 9,5 kg MS/100 kg PV, obteniendo ganancias máximas de 1,73 kg animal día con la asignación de 7%. Esta respuesta en el consumo de forraje se asocia en todos los casos a un mayor peso de bocado, sumado también a un aumento en el tiempo de pastoreo para AF menores a 7%.
- Esta respuesta se asocia a una mayor disponibilidad pre-pastoreo promedio de forraje y a un mayor consumo de forraje.
- La asignación de forraje (kg de MS/100 kg peso vivo) incide sobre el consumo de novillos en pastoreo, registrándose un aumento de 2,0 % a 7,0 % PV.
- La suplementación energética con grano de sorgo molido a razón de 1% de peso vivo, no tuvo efecto en la performance animal de novillos

independientemente de la asignación de forraje, tampoco modificó sustancialmente el consumo de forraje, pero si tuvo un efecto significativo en el consumo total de MS.

- Contrariamente a lo esperado, la suplementación no tuvo efecto en la performance animal ni en la utilización del forraje. Tampoco modificó sustancialmente el consumo de forraje pero si tuvo un efecto significativo en el consumo total de materia seca.
- Al suplementar existió una disminución en el tiempo de pastoreo.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta a la suplementación con grano de sorgo molido al 1% del peso vivo sobre una pastura de calidad, con cuatro niveles de asignación de forraje (2; 4,5; 7 y 9,5% PV) durante el período invierno - primavera. El experimento se realizó en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Paysandú, Uruguay, teniendo una duración de 83 días (9/08/06 hasta el 31/10/2006). Se utilizaron 48 novillos de la raza Holando como animales fijos, mas 24 novillos Holando como volantes para el ajuste de la asignación de forraje. En el total de animales había 35 animales de 14 a 16 meses de edad, con un peso vivo inicial de 194 ± 36 Kg. y 37 animales de 24 a 26 meses de edad con un peso vivo inicial de 253 ± 43 Kg. Los animales pastorearon una pastura de primer año compuesta por *Lolium perenne* cv. Horizon, *Trifolium repens* cv. E. Zapicán y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, de forma rotativa, en franjas diarias. Las ganancias obtenidas para cada tratamiento fueron: 2% AF 1,13Kg; 4.5% AF 1,53 Kg.; 7% AF 1,73 Kg.; 9.5% AF 1,70 Kg. No existió respuesta significativa a la suplementación para ninguna de las asignaciones de forraje ($p= 0,778$), pero si fue significativa la respuesta al aumentar la asignación de forraje ($p< 0,0001$). La asignación de forraje afecto significativamente el consumo de forraje. La suplementación no modificó el consumo de forraje cuando la oferta fue restringida y si aumentó el consumo total. Para el comportamiento ingestivo la magnitud de respuesta depende del nivel de asignación de forraje.

Palabras clave: Novillo; *Lolium perenne*; Ganancia de peso; Suplementación; Franjas diarias; Comportamiento ingestivo.

7. SUMMARY

The objective of this work is to evaluate the effects of sorghum grain supplementation (1% LW) in high quality pastures of four forage allowances (2%; 4,5%; 7%; and 9,5% LW) during the winter – spring period. The experiment was carried out the Mario A. Cassinoni Experimental Station, Paysandú, Uruguay and had duration of 83 days (09/08/06 to 31/10/2006). Forty-eight Holstein steers was used as a tester animal, so twenty-four Holstein steers as a VOLANTES used to adjust the forage allowances. Thirty-five Holstein steers was 14-16 month old with an average initial live weight of 194 ± 36 Kg and thirty-seven Holstein steers was 24-26 month old with an average initial live weight of 253 ± 43 Kg. Animals grazed a first year pasture made up for *Lolium perenne* cv. Horizon , *Trifolium repens* cv. E. Zapicán y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, in a rotational grazing with daily strip allocation. The steers live weight gains for each treatment were: 2% AF 1,13Kg; 4.5% AF 1,53 Kg.; 7% AF 1,73 Kg.; 9.5% AF 1,70 Kg. There were not effect of supplementation at none forage allowances ($p=0,778$), there were significant effect to the increase of allowance ($p<0,0001$) A significant effect was show on forage intake. The supplementation did not modify the forage intake when the allowance was restricted and it increased the total dry matter. The processing did not have effect on com intake

Keywords: Steers; *Lolium perenne*; Weight gain; Supplementation; Daily strip; Behaviour intake.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ABDELHADI, L. 2005. La importancia de la asociación pasto y suplemento en la producción de carne argentina. (en línea). In: Jornadas Ganaderas de Pergamino y Expofeedlot (16as., 2005, estancia El Encuentro, Coronel Brandsen). Investigación y extensión en nutrición de rumiantes. s.n.t. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
2. ACOSTA, Y. 2000. Catálogo. (en línea). s.n.t. Consultado 20 jul. 2007. Disponible en <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/ara/2000/89pa.htm>
3. AGROKAYKN. Catalogo. (en línea). s.n.t. Consultado 20 jul. 2007. Disponible en <http://www.agrokaykun.com.ar/catalogo/productos.php?r=40&sr=1>
4. ALDAMA, A.; SALLE DE LEÓN, M.; VIDART D. 2003. Asignación de forraje y restricción del tiempo de pastoreo en primavera sobre vacas lecheras en praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 113 p.
5. ALMADA, S.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPITRIA, G.; 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y

lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.

6. AUSTRALIAN FEEDING STANDARD.1994. Prediction of intake. s.l. pp. 209-225.
7. BALBUENA, O.; KUCSEVA, C.; GANDARA, F.; STAHRINGER, R. 2001. Frecuencia de suplementación energética y energética – proteica en recría y terminación de bovinos en condiciones de pastoreo. (en línea). Colonia Benítez, INTA. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
8. BARRETT, P.; LAIDLAW, A.; MAYNE, C.; CHRISTIE, H.; 2000. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. Grass and Forage Science. 56: 362-373.
9. BARTABURU, S.; COOPER, P.; LANFRANCONI, M.; OLIVERA, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos hereford pastoreando pasturas de calidad en el periodo otoño – invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 99 p.
10. BEGUET, H.; BAVERA, G. 2001. Fisiología de la planta pastoreada. (en línea). In: Curso de Producción Bovina de Carne (2001, Córdoba). Sitio argentino de producción animal, FAV UNRC. Consultado 27 jul. 2007. Disponible en

http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/00-pastoreo%20sistemas.htm

11. BERASAIN, S.; PATRON, L.; VIDART, M. 2002. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 104 p.
12. BERETTA, V.; SIMEONE, A.; ROWE, J.; NOLAN, J.; ELIZALDE, J. 2002a. Degradability of forages in the rumen of cattle grazing lush Autumn pastures and supplemented with maize. *Animal Production Australia*. 24: 217-220.
13. _____.; _____. 2002b. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Hemisferio Sur. 118 p.
14. _____.; _____.; ROWE, J.; BALDI, F. 2003a. Supplementing grazing beef cattle weekly or daily with whole maize grain. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. 12: 14A.
15. _____.; _____.; _____.; NOLAN, J.; ELIZALDE, J. 2003b. Whole or Ground Maize grain for cattle grazing annual ryegrass pasture. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. 12: 15A.
16. _____.; _____.; FRANCO, J.; BALDI, F. 2004. Manejo nutricional en ganado de carne. In: Jornada Anual de la Unidad de

Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú). Memorias. s.n.t.
19 p.

17. BETIN, M. 1975. Perennial ryegrass and its cultivars. *Fourrages*. 64: 167-172.
18. BIANCHI, J. 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112 p.
19. BIDEGAIN, I.; GARCIA PINTOS, F.; MAISSONAVE, F.; TRAJTEMBERG, G. 2007. Potencial de uso de forraje conservado como fuente adicional de fibra para vacunos pastoreando verdes de invierno, efecto sobre tasa de ganancia, características de canal y calidad de carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 124 p.
20. BLACKSHAW, J.; WASH, M. 2003. Notes on some topics in applied animal behavior. Sydney, University of Sydney. Faculty of Veterinary Science. 102 p.
21. BLASER, R. 1964. Efecto del animal sobre la pastura. In: Paladines, O ed. 1966. Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. Montevideo, IICA-CIAAB. pp. 1-27.
22. BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M.; SILVEIRA, D.; ZANONIANI, R. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. (en línea). Montevideo, INIA. Consultado 5 dic. 2007.

Disponible en
http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/raip06.htm

23. _____.; _____.; _____.; _____. 2006. Producción otoño-invernal del segundo año de raigrás según intensidad de pastoreo. (en línea). s.n.t. Consultado 5 dic. 2007. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/raip06.htm
24. CAMPS, D.; GONZALES, G. 2003. Grano de sorgo; métodos de procesamiento y resultados en la alimentación del ganado de carne. (en línea). Buenos Aires, U.B.A. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
25. CANGIANO, C.; GOMES P. 1985. Estimación del consumo de forraje mediante componentes del comportamiento ingestivo de novillos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 5: 573-579.
26. _____.; ESCUDER, C.; GALLI, J.; GOMEZ, P.; ROSSO, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. 145 p.
27. CAORSI, M.; OLIVERA, A. 2005. Efecto del método de conservación de distintos materiales de grano de sorgo sobre la degradabilidad ruminal y digestibilidad intestinal de la materia seca. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.
28. CARÁMBULA, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Treinta y Tres, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).

29. _____. 2000. Cultivares forrajeros. El primer insumo de una pastura. Treinta y Tres, INIA. s.p. (Boletín de Divulgación no. 71).
30. _____. 2002a. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
31. _____. 2002b. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
32. _____. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas; Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
33. CARRIQUIRY, J.; GARCIA, R.; PARDIÑAS, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
34. CASTILLO, A.; KLOSTER, A.; LATIMORI, N.; USTARROZ, E. 1992. Factores que afectan la ganancia de peso de novillos sobre pasturas de calidad durante el otoño. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. Información para extensión no. 1. 9 p.
35. CASTRO, H.; ANDREO, N.; VOTTERO, D. 2001. Evaluación de suplementos para la terminación de novillos holando. (en línea). In: Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) (17a., 2001, Rafaela). Trabajo presentados. Rafaela, INTA.

v.9, trabajo NA 94. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm

36. CATON, J.; DHUYVEETTER, D. 1997. Energy supplementation on grazing ruminants; requirements and responses. *Journal of Animal Science*. 75: 533– 542.
37. CEPEDA, M.; SCAIEWICZ, A.; VILLAGRÁN, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
38. CIBILS, R.; FERNÁNDEZ, E.; ACOSTA, Y. 2002. Suplementación estratégica de la recría vacuna. (en línea). s.n.t. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
39. _____.; _____. 2003. ¿Suplemento la recría? Si, no, como y porque. (en línea). Montevideo, Instituto Plan Agropecuario. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
40. CORBETT, J.; LANGLANDS, J.; MCDONALD, I.; PULLAR, J. 1966. Comparison by direct animal calorimetry of the net energy values of an early and a late season growth of herbage. *Animal Production*. 8: 13- 27.

41. CONTATORE, F.; RODRIGUEZ, D.; VAGO, M. 2007. Efecto del nivel de fibra de novillos pastoreando verdeos de invierno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
42. COOK, S.; LAZENBY, A.; BLAIR, G. 1976. Comparative responses of *Lolium perenne* and *Bothriochloa macra* to temperature, moisture, fertility and defoliation. Australian Journal of Agricultural Research. 27: 769- 778.
43. CUBILLOS, G.; MOTT, G. 1969. La influencia de la presión de pastoreo sobre la producción de carne de novillos en praderas de alfalfa y bromo. Agricultura Técnica. 29 (4): 178- 185.
44. CRONJÉ, P. 1990. Ruminant physiology, digestion, metabolism, growth and reproduction. Department of Animal and Wildlife Science. Pretoria. University of Pretoria/CABI. 474 p.
45. CHAMPION, R.; RUTTER, S.; PENNING, P.; ROOK, A. 1994. Temporal variation in grazing behaviour of sheep and the reliability of sampling periods. Animal Behaviour Science. 42: 99- 10.
46. CHARLES, A.; VALENTINE, J. 1979. A comparison of diploid and tetraploid *Lolium perenne* L. sown alone and in mixtures with particular reference to the effect of treading. Journal of Agricultural Science. 91 (2): 486- 495.

47. CHILIBROSTE, P. 1998a. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; I. Predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro de Medicina Veterinaria de Paysandú. pp. 8- 12.
48. _____.1998b. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; II. Balance de nutrientes. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro de Medicina Veterinaria de Paysandú. pp. 1- 7.
49. _____. 1998c. Predicción del consumo. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo I. In: Jornadas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro de Medicina Veterinaria de Paysandú. pp. 2- 5.
50. _____. 2002. Manejo del pastoreo y suplementación en sistemas de leche. In: Seminario de Divulgación Técnica (3º., 2002, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p.
51. DAMONTE, I.; IRAZABAL, G.; REINANTE, R.; SHAW, M. 2004. Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdeos durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 139 p.
52. DELABY, L.; PEYRAUD, J.; DELEGARDE, R. 2001. Effect of the level of concentrate supplementation, herbage allowance and milk shield at

turn- out on the performance of dairy cows in mid lactation ad grazing. Animal Science. 73: 171- 181.

53. DE LEON, M.; USTARROZ, E. 2004. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. In: Proyecto ganadero regional, mejoramiento de la productividad y calidad de la carne bovina en la provincia de Córdoba. Manfredi, INTA. 32 p. (Informe Técnico no. 7).
54. _____. 2005. Estrategias de suplementación de pasturas. In: Seminario de Divulgación Técnica (3º., 2002, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p. (Boletín Técnico no. 5). Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
55. DEMMENT, M.; LACA, E. 1994. Reductionism and synthesis in the grazing sciences: modems and experiments. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 20: 6- 16.
56. DI MARCO, O. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Mar del Plata, Argentina, Di Marco. 246 p.
57. _____.; AELLO, M. 2003. Costo energético de la actividad de vacunos en pastoreo y su efecto en la producción. (en línea). s.n.t. Consultado 24 may. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm

58. _____. 2007. Conceptos de crecimiento de vacunos aplicados a la producción de carne (en línea). s.n.t. Consultado 27 mar. 2008. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_d_el_alimento/85-crecimiento_produccion.pdf
59. DOMANSKI C.; GIORDA L. M.; FERESIN, O. 1997. Composición y calidad del grano de sorgo. (en línea). Cuaderno de Actualización. 7: pp. 47-50. Consultado 23 jul. 2007. http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
60. DOUGHERTY, C.; LAURIAULT P.; CORNELIUS L.; BRADLEY, N. 1989. Herbage allowance and intake of cattle. Journal of Agricultural Science. no. 112: 395 – 401.
61. DUMESTRE, J.; RODRIGUEZ, N. 1995. Efecto de niveles de suplementación de grano y frecuencia en el cambio de parcelas de pastoreo de pastoreo en el comportamiento de novillos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
62. ELIZALDE, J.; SANTINI, F. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño – invierno. INTA Balcarce. Boletín Técnico no. 104. 23 p.
63. _____. 1993. Algunos factores nutricionales del forraje que afectan la suplementación en pastoreo. In: Reunión Ganadera de la Zona Semiárida, Jornada de Actualización Técnica (1993, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, INTA/UNMP. pp. 7-12.

64. _____. 1999. Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. In: Congreso Nacional para Productores y Profesionales (2do; 1999, Palermo). Forrajes y granos. s.n.t. pp. 67-93.
65. _____. 2001a. Jornadas Uruguayas de Buiatría. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (29as., 2001, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro de Medicina Veterinaria de Paysandú. pp. 6 – 20.
66. _____. 2001b. 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. UNMP/INTA EEA Balcarce. p. 101.
67. _____. 2003a. Alternativas de manejo para el engorde de vacunos en sistemas pastoriles. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (31as., 2003, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro de Medicina Veterinaria de Paysandú. 27 p.
68. _____. 2003b. Consideraciones técnicas y económicas en la alimentación de vacunos. Balcarce, UNMDP. Facultad de Ciencias/INTA. s.p.
69. _____. 2003c. Limitaciones nutricionales en la utilización de verdeos en vacunos. Invierno al verdeo. In: Jornada Demostrativa (3ª., 2003, INTA Gral. Villegas). Memorias. s.l., INTA. pp. 16– 21.

70. _____. 2003d. Suplementación en condiciones de pastoreo. (en línea). In: Jornada de Actualización Ganadera (1ª., 2003, Balcarce). Memorias. Balcarce, UNMDP. Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
71. ELIZONDO, L.; GIL, A.; RUBIO, L. 2003. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 93 p
72. FERNANDEZ, A., 2004. Suplementación estratégica en sistemas de engordes intensivos pastoriles. (en línea). In: Convención Anual de Angus (5a., 2004, Soc. Rural de Río Cuarto). Actas. Río Cuarto, Cordoba, s.e. Consultado 27 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
73. FERNANDEZ, M.; NAVA, P. 2008. Efecto de la asignación de forraje y suplementación sobre la estructura y composición botánica sobre una pastura mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 119 p.
74. FORBES, T. 1988. Researching the plant – animal interface: the investigate of ingestivo behaviour in grazing animals. Journal of Animal Science. 66 (9): 2269 - 2279.

75. GAGLIOSTRO, G. 2005. Aspectos nutricionales asociados a la suplementación con granos forrajeros. (en línea). In: Exepochacra Ganadera (2005, Balcarce). Textos. Balcarce, INTA. Consultado 24 may. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
76. GALLI, J.; CANGIANO, C.; FERNÁNDEZ, H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 16(2):119-142. Consultado 24 ene. 2008. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_d_el_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.htm
77. GALYEAN, M.; GOETSCH, A. 1993. Utilization of forage by ruminants. In: Jung, H.G.; Buxton, D.R.; Haltfield, R.D.; Ralph, J. eds. Forage cell wall structure and digestibility. Madison, Wisconsin, ASA/CSSA/SSSA. pp. 34-72.
78. GARCIA A. 1997. Valor nutritivo de los suplementos disponibles en Uruguay. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. pp. 204- 217. (Serie Técnica no. 13).
79. GARCÍA, G. 2006. Efecto de la carga animal y época del año sobre la conducta y performance de vacunos en pastoreo de Festuca Arundinacea. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 73 p.

80. GARCÍA, M.; GONZALEZ, O.; QUEHEILLE, F. 2004. Efectos de la fertilización nitrogenada y la intensidad de pastoreo sobre los componentes de la producción de forraje de *Stipa setigera* en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 139 p.
81. GOMEZ, P. 1988. Engorde de novillos en pastoreo, uso estratégico de la suplementación. In: Crecimiento. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 73- 101.
82. GRAINGER, C.; MATHEWS, G. 1989. Positive relation between substitution rate and pasture allowance for cows receiving concentrate. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 29: 355– 360.
83. GUTIERREZ, F.; MORIXE, J. 1995. Efecto de diferentes niveles de suplementación con subproductos agroindustriales en el crecimiento post-destete de terneras cruza cebú- hereford sobre pasturas de baja calidad en areniscas de Tacuarembó. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 98 p.
84. HODGSON, J.; RODRIGUEZ CAPRILES, J.; FENLON, J. 1977. The influence of sward characteristics on herbage intake of grazing calves. *Journal of Agricultural Science*. 89: 743 – 750.
85. _____. 1981. Variations in the surface characteristics of de sward and the short - term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science*. 36(1): 49 - 57.

86. HOLMES, C.W.; WILSON, G.F. 1989. Producción de leche en praderas. Zaragoza, Acribia. pp. 183-274
87. _____. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Wiley. 203 p.
88. HUNTINGTON G. 1997. Strach utilization by ruminants; from the bunk . Journal of Animal Science. 75(3): 852-867.
89. INIA. 2006. Raigrás Perenne. (en línea). Montevideo. Consultado 24 may. 2007. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/raip06.htm
90. INVERNIZZI, G.; PUIG, C.; VIROGA, S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 123 p.
91. STILART, C, M. 2003. Evaluación de cultivares de gramíneas forrajeras, serie 2000- 2003. (en línea). Buenos Aires, INTA. Consultado 8 ene. 2008. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/ganaderia/carpeta/2003/07-Cultivares%20gramineas23.pdf>.
92. JAMIESON, W.; HODGSON, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. Grass and Forage Science. 34(4): 261- 271.

93. KLOSTER, A.; LATIMORI, N.; AMIGONE, M. 2001. Suplementación otoño invernal de novillos. (en línea). Marca Líquida (INTA). 11(99):7-11. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
94. KWS Argentina. 2006. Catalogo. (en línea). s.l. Consultado 20 jul. 2007. Disponible en <http://www.kws.de/aw/kws/argentina>
95. LANGE, A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carne. Suplementación de pastoreos de buen valor nutritivo. 2ª. ed. Buenos Aires, Comisión Técnica InterCrea de producción de carne. 74 p.
96. LANGER, R. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 514 p.
97. LATIMORI, N. 2004. Suplementación energética. (en línea). Motivar (Buenos Aires). 2(21): 14. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
98. LEAVER, J. 1985. Milk production from grazer temperate grassland. Journal Dairy Research. 52: 313– 344.
99. Le DU, Y.; COMBELLAS, J.; HODGSON, J., BAKER, R. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows. 2 – The effects of level of winter feeding and daily herbage allowance. Grass and Forage Science. 34: 249– 260.

100. LYONS, R.; MACHEN, R. 2000. Interpreting grazing behavior. Texas Agricultural Extension Service. Range Detect Series no. 5385. pp. 1-6.
101. Mc DONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J. 1986. Nutrition Animal. Zaragoza, Acribia. 518 p.
102. MAC LOUGHLIN, R. 2005. Suplementación en bovinos: variación en los consumos individuales. (en línea). s.n.t. Consultado 24 may. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
103. MAXSON, E.; ROONEY, L. 1972. Evaluation of methods for tannin analysis en sorghum grain. Cereals Chemistry. 49: 719- 729.
104. MENDEZ, D.; DAVIES, P. 2002. Suplementación otoñal. (en línea). General Villegas, Buenos Aires, INTA. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
105. MIERES, J. 1997. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 11- 16. (Serie Técnica no. 83).
106. MONTIEL, M.; ELIZALDE, J., 2004. Valor nutritivo y económico del grano de sorgo comparado con el maíz. (en línea). In: Jornada de

Actualización Ganadera (2a., 2004, Balcarce). Memorias. Balcarce, INTA. Consultado 27 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm

107. MONTOSI, F. ; HU, J.; HODGSON, S.; MORRIS, S. 1994. Estudios comparativos de consumo de forraje, comportamiento animal y selección de dietas de *Holcus Lanatus* y raigrás perenne pastoreadas por ovinos. (en línea). In: Reunión de Grupos de Campo (14a., 1994, Tacuarembó). Trabajos presentados. s.n.t. Consultado 8 ene. 2008. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/mercedes/grupocampos/XIV/Montossi.pdf>
108. _____.; FIGURINA, J.; RISSO, D. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Tacuarembó, INIA. pp. 93-105. (Serie Técnica no. 80).
109. _____.; _____.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. Tacuarembó, INIA. 84 p. (Serie Técnica no. 113).
110. MORRIS, S.; HIRSCHBERG, S.; MICHEL, A.; PARKER, W.; McCUTCHEON. 1993. Herbage intake and live weight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward heights during autumn and spring. *Grass and Forage Science*. 48 (2): 109 – 117.

111. MOTT, G. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grasslands Congress (8th, 1960, Berkshire, England). Proceedings. Oxford, Alden Press. pp. 606 – 611.
112. MUNRO, J.; DAVIES, D. 1973. Potential pasture production in the uplands of Wales. 2. Climatic limitations on production. Journal of the British Grasslands Society. 28 (3): 161-169.
113. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1987. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D.C., National Academic Press. s.p.
114. NORBIS, H. 1989. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. Paysandú, Facultad de Agronomía. 26 p.
115. OCHOA, P.; VIDAL, M. 2004. Evaluación de la respuesta a la suplementación proteica de terneras de destete pastoreando campo natural diferido. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.
116. OFICIALDEGUI, R. 1991. Suplementación estratégica de vacunos. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 103-127. (Selección de Temas Agropecuarios no. 7)
117. OLMOS, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco. Tacuarembó, INIA. 245 p. (Serie Técnica no.145)

118. ORCASBERRO R. 1997. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 225-238. (Serie Técnica no. 13).
119. ORSKOV, E. 1982. Protein nutrition in ruminants. London, Academic Press. s.p.
120. _____. 1990. Alimentación de los rumiantes; principios y práctica. Zaragoza, Acribia. 119 p.
121. PASINATO, A.; SEVILLA, G. 2002. Suplementación de rumiantes. (en línea). Concepción del Uruguay, INTA. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
122. PEREIRA, M. 2007. ¿Qué lotus sembrar?. Revista Plan Agropecuario. 122: 36- 38.
123. PEYRAUD, J.; COMERON, E.; WADE, M.; LEMAIRE, G. 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. Annals of Zootechnie. 45: 201- 217.
124. FIGURINA, G. 1991. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de

ganadería extensiva. 2ª ed. Montevideo, INIA. pp. 195- 200. (Serie Técnica no. 13).

125. POPPI, D.; HUGHES, T.; L'HUILLIER, P. 1987. Intake of Pastures by Grazing Ruminants. In: Nicol, A.M. ed. Livestock feeding on pastures. Christchurch, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55- 64 (Occasional Publication no. 10)
126. PORDOMINGO, A. 1999. Cuando con pasto no alcanza Suplementación sobre verdeos de invierno. (en línea). s.n.t. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
127. _____. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. (en línea). Anguil, La Pampa, INTA. Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
128. RAYMOND, N. 1964. The efficient use of grass. Proceedings of the Nutrition Society. 23:1.
129. REARTE, D.; SANTINI, F. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 9(2): 93-105.

130. _____. 1998. Beef cattle production and meat quality on grazing system in temperate regions. *Revista Argentina de Producción Animal*. 2: 129– 142.
131. _____.1999. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. *In: Reuniao Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia (36ª.,1999, Porto Alegre-RS). Trabajos presentados. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Zootecnia. pp. 213- 223.*
132. RISSO, D.; AHUNCHAÍN, M.; CIBILS, R.; ZARZA, A. 1991.Suplementación en Invernadas del litoral. Montevideo, INIA. pp. 51- 65. (Serie Técnica no. 15).
133. ROVIRA, J. 2002. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
134. SANTINI, F.; REARTE, D. 1997. Estrategias de alimentación en invernada. *In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 37- 46. (Serie Técnica no. 83)*
135. SILVA, J.; ROCHA, J. 2006. Efecto del manejo del pastoreo sobre la calidad de la dieta y características de la fermentación ruminal de novillos Hereford pastoreando raigrás, Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 179 p.
136. SILBERMANN, A. 2003. Efecto del momento de suplementación y distribución del ensilaje de maíz sobre el comportamiento ingestivo

de vacas lecheras pastoreando praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.

137. SIMEONE, A. 2005. Bases nutricionales para el manejo de la alimentación en sistemas pastoriles y de confinamiento destinados al engorde de vacunos. In: Curso de Actualización (2005, Montevideo). Textos. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p.
138. STOCK, R.; MADER, F. 2005. Procesamiento del sorgo para engorde bovino. (en línea). Nebraska, Cámara Argentina de Engordadores de Hacienda Vacuna (CAEHV). Consultado 23 jul. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
139. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. s.f. Estadística climática. (en línea). Montevideo. Consultado 15 dic. 2006. Disponible e http://www.meteorologia.com.uy/estadistica_climat.htm
140. VAZ MARTINS, D. 1996. Suplementación energética en condiciones de pasturas limitantes. In: Jornada Técnica (1996, Colonia). La Estanzuela, INIA. pp. 15- 21. (Actividades de Difusión no. 96).
141. _____. 1997. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. 54 p. (Serie Técnica no. 83).

142. _____. 2003. Efecto de la presión de pastoreo sobre la ganancia en peso y eficiencia de utilización del forraje de novillos de distinta edad. In: Vaz Martins, D. ed . Avances sobre engorde de novillos en forma intensiva. Montevideo, INIA. 38 p. (Serie Técnica no. 135).
143. VERDE, L.; JOANET, G.; GIL, E.; TORRES, F. 1974. Efecto del nivel de restricción sobre el crecimiento compensatorio de novillos para carne. *Revista Argentina de Producción Animal*. 3: 434- 442.
144. VIGLIZZO, E. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 125 p.
145. ZANONIANI, R.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. *Cangué*. no. 25: 5- 11.

9 ANEXOS

Anexo 1. REGISTROS MEDIOS HISTORICOS PERIODO 61-90 DE TEMPERATURA (°C) Y PRECIPITACIONES (mm).

	Temp. Media (°C)	Temp. Máx. (°C)	Temp. Min (°C)	Precipitaciones (mm)
Julio	11,8	30,6	-4	71
Agosto	12,9	32,8	-3	73
Setiembre	14,6	32,4	-3,4	91
Octubre	17,5	36,2	1,8	122

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología de Paysandú.

Anexo 2. SALIDA DEL ANAVA PARA DISPONIBILIDAD, RECHAZO, UTILIZACION Y CONSUMO

The GLM Procedure

Dependent Variable: DISP

AF	3	98303713.4	32767904.5	34.32	<.0001
SUPL	1	1765260.2	1765260.2	1.85	0.1762
SEM	9	192688593.9	21409843.8	22.42	<.0001
AF*SUPL	3	6062807.5	2020935.8	2.12	0.1011
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	12916991.3	1291699.1	1.35	0.2092

Dependent Variable: RECH

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	95232453.45	31744151.15	83.53	<.0001
SUPL	1	2513016.90	2513016.90	6.61	0.0112
SEM	9	68530620.60	7614513.40	20.04	<.0001
AF*SUPL	3	2901691.75	967230.58	2.55	0.0588
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	15799987.25	1579998.73	4.16	<.0001

Dependent Variable: UTILIZACION

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	27353.63475	9117.87825	65.48	<.0001
SUPL	1	177.66225	177.66225	1.28	0.2607
SEM	9	26853.61350	2983.73483	21.43	<.0001
AF*SUPL	3	1563.47675	521.15892	3.74	0.0127
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	7404.38125	740.43813	5.32	<.0001

Dependent Variable: CMSF_PP

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	101.1138050	33.7046017	46.77	<.0001
SUPL	1	0.2839225	0.2839225	0.39	0.5313
SEM	9	83.8609125	9.3178792	12.93	<.0001
AF*SUPL	3	3.7558125	1.2519375	1.74	0.1625
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	29.6977625	2.9697762	4.12	<.0001

Dependent Variable: CMSF_KG

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	1137.402007	379.134002	45.72	<.0001
SUPL	1	0.913551	0.913551	0.11	0.7405
SEM	9	1189.588988	132.176554	15.94	<.0001
AF*SUPL	3	15.898472	5.299491	0.64	0.5911
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	278.535594	27.853559	3.36	0.0006

Dependent Variable: CMST_PP

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	101.1138050	33.7046017	46.77	<.0001
SUPL	1	33.5439225	33.5439225	46.54	<.0001
SEM	9	83.8609125	9.3178792	12.93	<.0001
AF*SUPL	3	3.7558125	1.2519375	1.74	0.1625
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	29.6977625	2.9697762	4.12	<.0001

Dependent Variable: CMST_KG

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	1211.935347	403.978449	45.82	<.0001
SUPL	1	237.290766	237.290766	26.91	<.0001
SEM	9	1277.795376	141.977264	16.10	<.0001
AF*SUPL	3	20.097462	6.699154	0.76	0.5185
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	278.658931	27.865893	3.16	0.0012

Anexo 3. SALIDA DEL ANAVA PARA GANANCIA DIARIA

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
AF	3	39	0.08	0.9682
SUPL	1	39	0.01	0.9363
SUPL*AF	3	39	0.01	0.9979
DIA	1	277	1822.48	<.0001
DIA*AF	3	277	14.91	<.0001
DIA*SUPL	1	277	0.08	0.7788
DIA*SUPL*AF	3	277	2.26	0.0820
PVINI	1	39	539.91	<.0001

Contrasts

Label	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
AF LIN	1	277	36.08	<.0001
AF CUA	1	277	8.64	0.0036
AF LIN S/S	1	277	31.57	<.0001
AF CUA S/S	1	277	0.73	0.3948
AF LIN C/S	1	277	8.27	0.0043
AF CUA C/S	1	277	10.91	0.0011

Anexo 4. SALIDA DEL ANAVA PARA MATERIA SECA VERDE

Dependent Variable: MSVD_P

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	820.47500	273.49167	4.99	0.0026
SUPL	1	7.22500	7.22500	0.13	0.7171
SEM	9	16429.22500	1825.46944	33.32	<.0001
AF*SUPL	3	122.27500	40.75833	0.74	0.5278
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	3137.25000	313.72500	5.73	<.0001

Dependent Variable: DISP_MSV

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	69552432.3	23184144.1	34.91	<.0001
SUPL	1	1732432.5	1732432.5	2.61	0.1087
SEM	9	178279221.1	19808802.3	29.83	<.0001
AF*SUPL	3	3557304.5	1185768.2	1.79	0.1530
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	9489196.6	948919.7	1.43	0.1742

Dependent Variable: MSVR_P

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	7636.421068	2545.473689	19.80	<.0001
SUPL	1	785.527690	785.527690	6.11	0.0147
SEM	9	6634.944328	737.216036	5.74	<.0001
AF*SUPL	3	1656.348480	552.116160	4.30	0.0063
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	526.998875	52.699888	0.41	0.9399

Dependent Variable: RECH_MSV

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	61443517.09	20481172.36	90.12	<.0001
SUPL	1	1796310.21	1796310.21	7.90	0.0057
SEM	9	36009516.70	4001057.41	17.60	<.0001
AF*SUPL	3	714030.19	238010.06	1.05	0.3740
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	6001058.69	600105.87	2.64	0.0058

Dependent Variable: UTIL_MSV

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	29263.88259	9754.62753	68.40	<.0001
SUPL	1	369.95890	369.95890	2.59	0.1096
SEM	9	18181.13113	2020.12568	14.17	<.0001
AF*SUPL	3	1014.55438	338.18479	2.37	0.0733
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	4246.04149	424.60415	2.98	0.0021

Dependent Variable: CMSVF_PP

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	15.73566814	5.24522271	9.34	<.0001
SUPL	1	1.15856447	1.15856447	2.06	0.1532
SEM	9	82.22028596	9.13558733	16.27	<.0001
AF*SUPL	3	3.89173674	1.29724558	2.31	0.0792
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	26.48776978	2.64877698	4.72	<.0001

Dependent Variable: CMSV_KG

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	3	185.8431877	61.9477292	10.11	<.0001
SUPL	1	6.5789426	6.5789426	1.07	0.3020
SEM	9	964.3059841	107.1451093	17.48	<.0001
AF*SUPL	3	19.2132289	6.4044096	1.05	0.3749
DIA_DENTROSEM(SEM)	10	257.8037518	25.7803752	4.21	<.0001

Anexo 5. SALIDA DEL ANAVA PARA ACTIVIDAD DE DESCANSO

Effect	Num Den		F Value	Pr > F
	DF	DF		
SUPL	1	24	10.55	0.0034
AF	3	24	61.33	<.0001
SUPL*AF	3	24	2.78	0.0627
SEMANA	4	96	3.02	0.0214
SUPL*SEMANA	4	96	0.82	0.5180
AF*SEMANA	12	96	1.86	0.0497
SUPL*AF*SEMANA	12	96	2.20	0.0173
DIA_DENTROSE(SEMANA)	5	155	3.76	0.0031

Anexo 6. SALIDA DEL ANAVA PARA ACTIVIDAD DE PASTOREO

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num		F Value	Pr > F
	DF	DF		
SUPL	1	24	16.35	0.0005
AF	3	24	11.58	<.0001
SUPL*AF	3	24	2.27	0.1064
SEMANA	4	96	9.76	<.0001
SUPL*SEMANA	4	96	0.72	0.5817
AF*SEMANA	12	96	2.87	0.0020
SUPL*AF*SEMANA	12	96	1.31	0.2272
DIA_DENTROSE(SEMANA)	5	155	7.14	<.0001

Anexo 7. SALIDA DEL ANAVA PARA ACTIVIDAD DE RUMIA

Effect	Num		F Value	Pr > F
	DF	DF		
SUPL	1	24	1.59	0.2200
AF	3	24	41.11	<.0001
SUPL*AF	3	24	0.23	0.8770
SEMANA	4	96	7.16	<.0001
SUPL*SEMANA	4	96	0.08	0.9884
AF*SEMANA	12	96	2.49	0.0069
SUPL*AF*SEMANA	12	96	2.40	0.0093
DIA_DENTROSE(SEMANA)	5	155	11.01	<.0001

Anexo 8. SALIDA DEL ANAVA PARA TASA DE BOCADO

Tasa de bocado promedio diaria

The Mixed Procedure

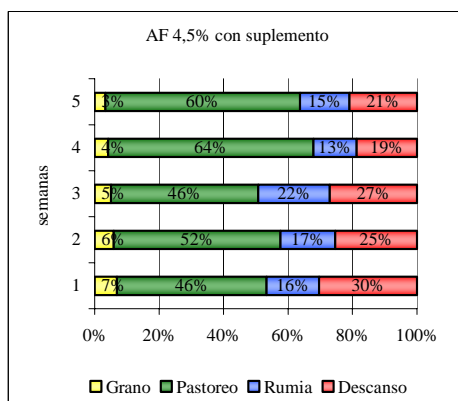
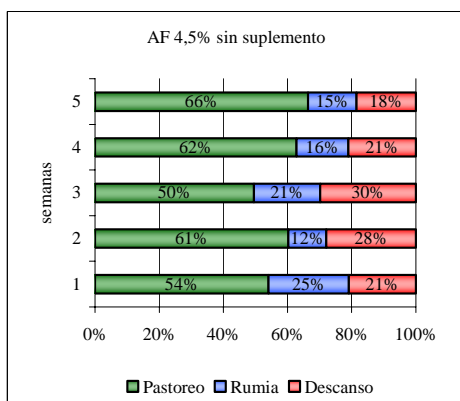
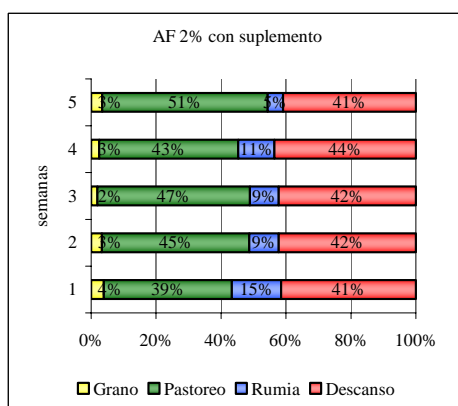
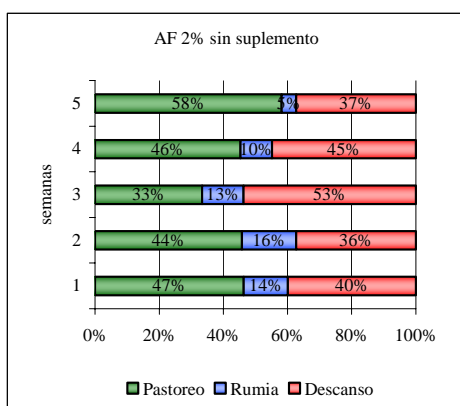
Type 3 Tests of Fixed Effects

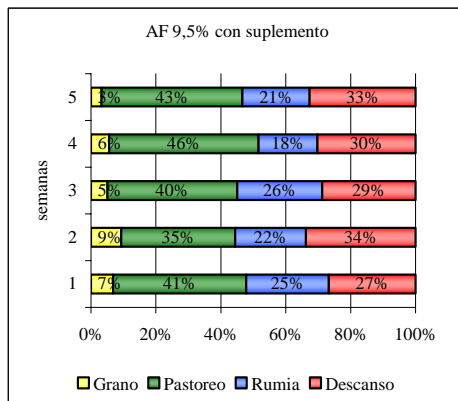
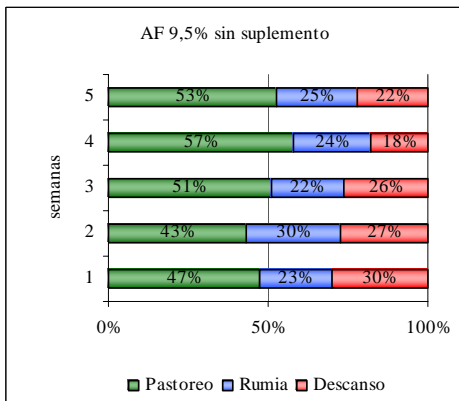
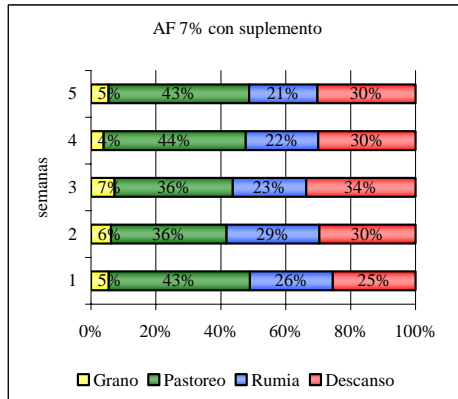
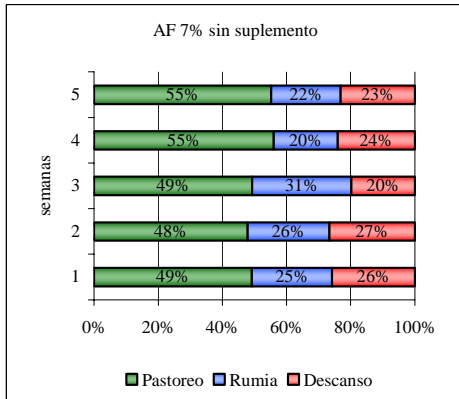
Effect	Num		F Value	Pr > F
	DF	Den		
AF	3	24	2.14	0.1214
SUPL	1	24	4.16	0.0525
SUPL*AF	3	24	23.03	<.0001
SEMANA	4	96	1.00	0.4117
AF*SEMANA	12	96	8.13	<.0001
SUPL*SEMANA	4	96	6.84	<.0001
SUPL*AF*SEMANA	12	96	7.15	<.0001
DIA_DENTROSE(SEMANA)	5	149	3.36	0.0066

Anexo 9. PROPORCIÓN DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DE LA PASTURA SEGÚN ASIGNACIÓN DE FORRAJE.

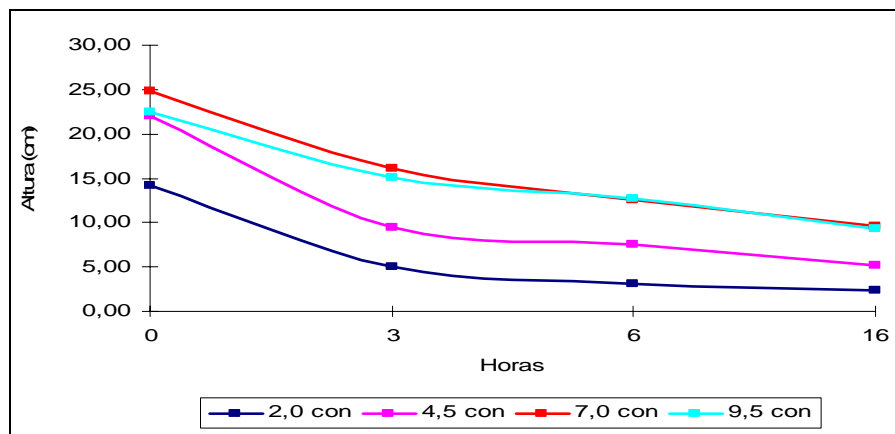
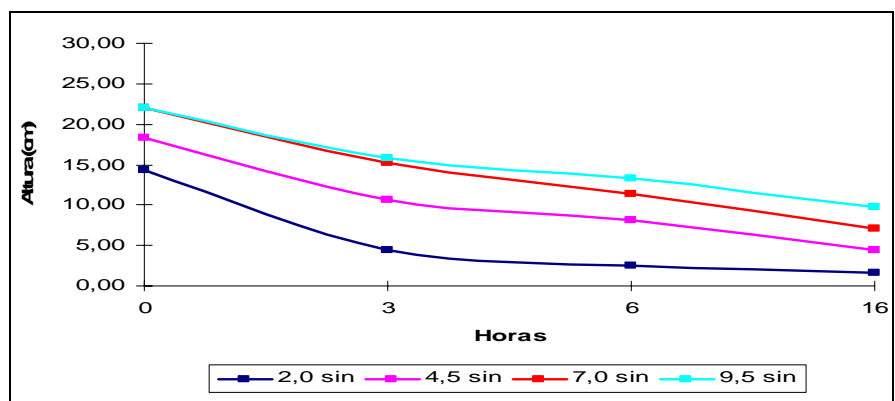
AF	Gramíneas	Leguminosas	Restos secos	Malezas
2	69,5	9,9	20	0,6
4,5	62,8	6,20	30,9	0,1
7	62,3	9,9	26,9	0,8
9,5	59,3	8,7	30,7	1,3
promedio	63,4	8,6	27,1	0,7

Anexo 10. PORCENTAJE DEL TIEMPO DESTINADO A PASTOREO, RUMIA, DESCANSO Y CONSUMO DE GRANO PARA LAS DISTINTAS ASIGNACIONES DE FORRAJE CON Y SIN SUPLEMENTO PARA LAS DIFERENTES SEMANAS DE EXPERIMENTO.





Anexo 11. EVOLUCIÓN DE LA ALTURA DE LA PASTURA DESDE INICIO DEL PASTOREO A TRAVÉS DEL TIEMPO PARA CUATRO ASIGNACIONES DE FORRAJE SIN Y CON SUPLEMENTO.



Fuente: Fernández et al. (2008).

Anexo 12. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN INDIVIDUAL Y RESPUESTA EN GANANCIA MEDIA DIARIA DE NOVILLOS HOLANDO PASTOREANDO EN CUATRO ASIGNACIONES DE FORRAJE SUPLEMENTADOS CON GRANO DE SORGO AL 1% DE PESO VIVO.

Asignación de Forraje (%PV)	ECI (kg suplemento/kg de ganancia de PV)	Respuesta en GMD (kg/día)
2 %	53	0,02
4,5 %	16	0,06
7 %	56	0,02
9,5 %	-8	-0,12
Promedio	29	0,00

Eliminado: ¶

Anexo 13. PESO VIVO INICIAL, FINAL Y GANANCIAS MEDIAS DIARIAS

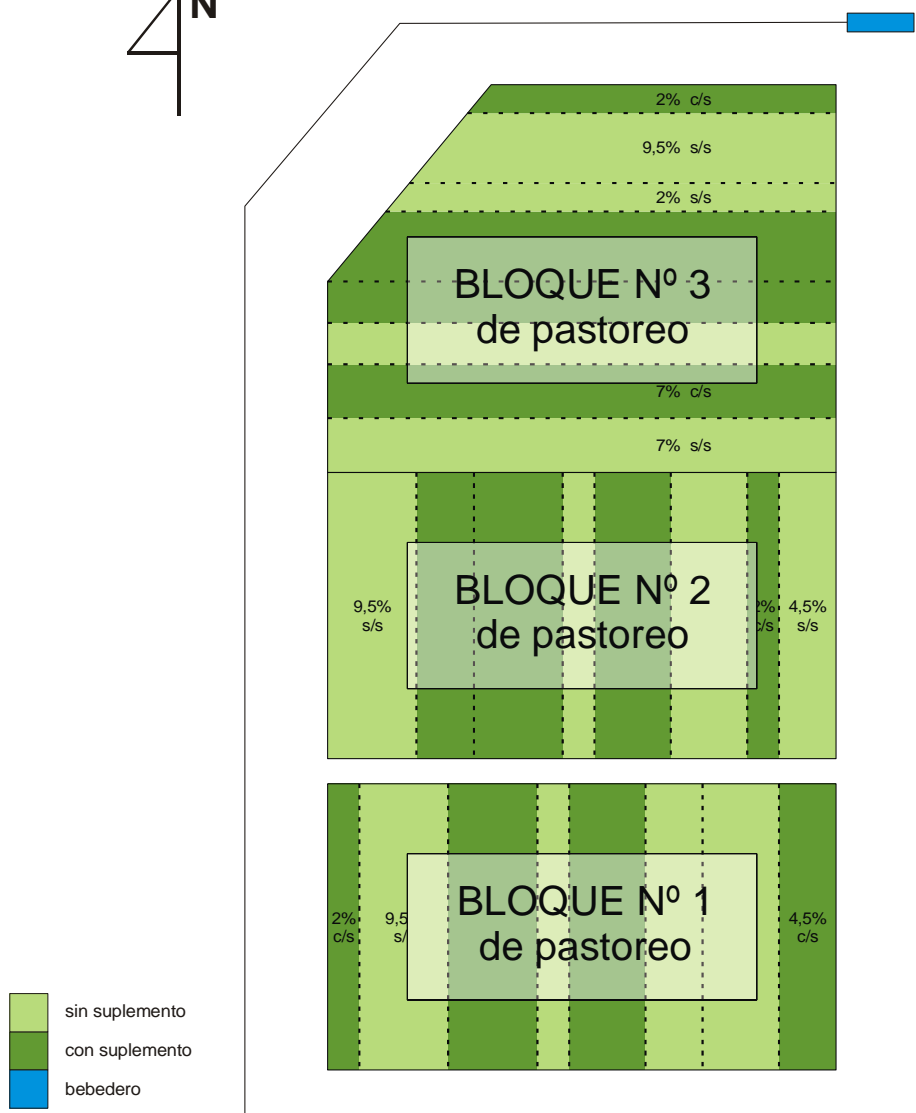
Nº Caravana	AF	S	U	P	I	T	r	a	t	a	m	e	n	t	bloque 2		bloque 3		bloque 1		bloque 2		bloque 2		bloque 1		bloque 2		GMD
															Peso inicial	09/08/2006	30/08/2006	13/09/2006	27/09/2006	11/10/2006	25/10/2006	31/10/2006							
5a	2	1	1	1	1	09/08/2006										225	225	246	257	285	299	319	313	1,17					
8a	2	1	1	1	1	09/08/2006	190,5	190,5	220	233	254	266	288	286	1,18														
18a	2	1	1	1	1	09/08/2006	195	195	236	247	281	287	313	313	1,42														
19a	2	1	1	1	1	09/08/2006	160	160	193	195	212	230	246	236	0,96														
44a	2	1	1	1	1	09/08/2006	127	127	132,5	140	153,5	166	184,5	178	0,72														
63v	2	1	1	1	1	09/08/2006	242	242	293	307	336	340	360	351	1,31														
8v	2	1	1	1	1	09/08/2006	292	292	367	396	424	437	459	477	2,03														
27v	2	1	1	1	1	09/08/2006	329	329	375	404	420	435	483	478	1,79														
47v	2	1	1	1	1	09/08/2006	277	277	343	371	389	404	416	408	1,53														
10a	4,5	1	2	2	2	09/08/2006	195	195	240	263	290	313	331	325	1,62														

Nº Caravana	AF	Supl	Tratamiento	Fecha	Peso inicial	bloque 2	bloque 3	bloque 1	bloque 2	bloque 2	bloque 1	bloque 2	GMD
						09/08/2006	30/08/2006	13/09/2006	27/09/2006	11/10/2006	25/10/2006	31/10/2006	
24a	4,5	1	2	09/08/2006	170	170	214	231	261	280	298	307	1,62
27a	4,5	1	2	09/08/2006	208	208	262	285	322	352	373	369	2,01
37a	4,5	1	2	09/08/2006	150	150	196	197	228	247	265	273	1,44
43a	4,5	1	2	09/08/2006	95	95	115	128	141,5	153,5	173	170	0,94
52v	4,5	1	2	09/08/2006	246	246	299	318	351	362	386	383	1,64
16v	4,5	1	2	09/08/2006	269	269	331	350	371	393	444	440	2,02
31v	4,5	1	2	09/08/2006	309	309	356	381	416	454	456	469	1,95
44v	4,5	1	2	09/08/2006	292	292	361	389	408	429	453	460	1,90
1v	7	1	3	09/08/2006	268	268	317	332	366	390	406	423	1,80
11a	7	1	3	09/08/2006	207	207	241	267	288	315	342	347	1,72
20a	7	1	3	09/08/2006	170	170	220	255	270	298	312	324	1,79
28a	7	1	3	09/08/2006	206	206	249	274	304	324	343	350	1,73
38a	7	1	3	09/08/2006	138	138	173	172	202	227	249	254	1,42
64v	7	1	3	09/08/2006	226	226	273	305	333	350	373	376	1,81
22v	7	1	3	09/08/2006	302	302	341	377	402	408	456	447	1,80
36v	7	1	3	09/08/2006	334	334	389	396	436	459	487	497	1,92
42v	7	1	3	09/08/2006	309	309	362	371	395	425	440	452	1,65
32a	9,5	1	4	09/08/2006	166	166	202	222	254	276	293	300	1,64
34a	9,5	1	4	09/08/2006	209	209	236	260	292	314	328	332	1,56
42a	9,5	1	4	09/08/2006	153	153	195	219	242	258	289	285	1,62
51v	9,5	1	4	09/08/2006	267	267	307	338	371	386	402	410	1,73
58v	9,5	1	4	09/08/2006	314	314	285	306	335	359	371	384	1,06
67v	9,5	1	4	09/08/2006	217	217	269	301	325	352	378	374	1,93
39v	9,5	1	4	09/08/2006	341	341	381	396	446	475	504	502	2,08
101b	9,5	1	4	09/08/2006	302	302	375	402	431	447	462	473	1,92
103b	9,5	1	4	09/08/2006	290	290	347	362	380	394	430	429	1,60
1a	2	0	5	09/08/2006	200	200	240	260	278	276	299	294	1,09
3a	2	0	5	09/08/2006	222	222	258	275	296	314	332	329	1,32

Nº Caravana	AF	S	U	P	I	T	a	m	i	e	n	t	o	Fecha	Peso inicial	bloque 2	bloque 3	bloque 1	bloque 2	bloque 2	bloque 1	bloque 2	GMD
																09/08/2006	30/08/2006	13/09/2006	27/09/2006	11/10/2006	25/10/2006	31/10/2006	
7a	2	0	5											09/08/2006	180	180	208	225	241	258	264	250	0,94
22a	2	0	5											09/08/2006	202	202	234	259	274	386	296	295	1,42
45a	2	0	5											09/08/2006	128	128	154	168	177	359	208	197	1,38
53v	2	0	5											09/08/2006	231	231	252	270	291	352	319	307	1,18
5v	2	0	5											09/08/2006	278	278	330	333	368	397	396	407	1,52
13v	2	0	5											09/08/2006	290	290	331	347	372	395	407	390	1,32
37v	2	0	5											09/08/2006	293	293	340	369	397	413	429	422	1,60
6a	4,5	0	6											09/08/2006	209	209	247	206	290	306	332	314	1,51
13a	4,5	0	6											09/08/2006	201	201	239	256	286	303	311	313	1,37
16a	4,5	0	6											09/08/2006	220	220	272	295	327	337	349	356	1,58
25a	4,5	0	6											09/08/2006	211	211	254	271	299	316	337	335	1,52
31a	4,5	0	6											09/08/2006	188	188	224	243	266	291	308	300	1,44
47a	4,5	0	6											09/08/2006	116	116	145,5	160,5	171	188	210	203	1,08
29v	4,5	0	6											09/08/2006	301	301	300	351	394	411	440	452	2,01
45v	4,5	0	6											09/08/2006	268	268	316	327	351	370	400	374	1,40
46v	4,5	0	6											09/08/2006	303	303	357	393	429	449	464	470	2,01
9a	7	0	7											09/08/2006	201	201	248	277	306	332	356	360	1,94
12a	7	0	7											09/08/2006	203	203	257	283	306	336	350	351	1,78
35a	7	0	7											09/08/2006	193,5	193,5	236	260	278	304	326	325	1,60
39a	7	0	7											09/08/2006	160	160	195,5	220	237	256	269	275	1,37
54v	7	0	7											09/08/2006	248	248	307	334	352	362	378	380	1,49
65v	7	0	7											09/08/2006	231	231	269	292	319	335	351	367	1,58
14v	7	0	7											09/08/2006	311	311	320	411	427	460	467	480	2,19
17v	7	0	7											09/08/2006	380	380	374	470	478	516	536	542	2,19
24v	7	0	7											09/08/2006	279	279	444	347	376	395	398	415	1,00
14a	9,5	0	8											09/08/2006	214	214	266	285	313	343	353	362	1,75
15a	9,5	0	8											09/08/2006	202	202	253	273	305	336	361	366	1,99
30a	9,5	0	8											09/08/2006	175,5	175,5	208	225	243	265	282	283	1,32

56v	9,5	0	8	09/08/ 2006	257	257	317	341	371	415	426	433	2,13
66v	9,5	0	8	09/08/ 2006	214	214	258	287	318	340	354	364	1,80
102 b	9,5	0	8	09/08/ 2006	322	322	373	404	429	457	478	481	1,92
9v	9,5	0	8	09/08/ 2006	302	302	266	356	380	407	418	398	1,66
20v	9,5	0	8	09/08/ 2006	312	312	328	399	415	439	453	470	1,96
100 b	9,5	0	8	09/08/ 2006	219	219	373	284	308	312	337	339	0,88

Anexo 14. CROQUIS CON BLOQUES DE PASTOREO.



Anexo 15. PROMEDIOS DE DISPONIBILIDAD, ALTURA Y RESTOS SECOS
 AL INICIO DEL PRIMER PASTOREO PARA CADA TRATAMIENTO
 DENTRO DEL LOS BLOQUE DE PASTOREO N°2 Y N°3.

Tratamiento	AF	Suplementación	Bloque	Disponibilidad inicial (kg MS / ha)	Altura (cm)	Materia seca (%)
1	2	1	2	5334	33	19
2	5	1	2	4368	26	
3	7	1	2	4694	29	
4	10	1	2	4173	25	
5	2	0	2	4629	27	
6	5	0	2	4760	28	
7	7	0	2	4689	27	
8	10	0	2	4437	25	
Promedio				4635	27	
1	2	1	3	5722	30	13
2	5	1	3	3516	38	
3	7	1	3	3183	31	
4	10	1	3	3178	34	
5	2	0	3	2734	31	
6	5	0	3	3183	33	
7	7	0	3	2951	31	
8	10	0	3	2419	26	
Promedio				3361	32	