

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA ASIGNACIÓN DE FORRAJE Y LA FRECUENCIA DEL CAMBIO DE
FRANJA SOBRE LA PERFORMANCE DE NOVILLOS HEREFORD PASTOREANDO
PRADERAS PERMANENTES

por

Andrés CANTOU MAYOL
Martín ECHENIQUE FOSATTI
Cecilia GALLINAL FERRARI
Matías MUÑOZ BERRETTA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2009

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. DSc. Virginia Beretta

Ing. Agr. MSc. PhD. Alvaro Simeone

Dr. Juan Franco

Fecha:

Autor:

Andrés Cantou Mayol

Martín Echenique Fossati

Cecilia Gallinal Ferrari

Matías Muñoz Berretta

AGRADECIMIENTOS

A la directora Virginia Beretta (MSc. DSc.) y al co-director Alvaro Simeone (MSc. PhD.) por habernos dado la posibilidad de realizar nuestro trabajo de tesis en su área de trabajo y por el apoyo que nos brindaron para su elaboración.

Al Ing. Agr. Oscar Bentancur por contribuir al y procesamiento y análisis de los datos estadísticos y a la Dr. Lourdes Adrien por el asesoramiento para el cuidado sanitario de los animales durante el experimento.

A Gustavo Viera y Diego Cortazzo por su buena disponibilidad ante cualquier circunstancia y proactividad para dar solución a los problemas que pudieron resultar durante la etapa de campo así como posteriormente.

Especialmente a nuestras familias por guiarnos y apoyarnos de manera tal que alcanzáramos un día la realización de este trabajo final.

Finalmente a nuestro equipo, por mantener constantemente la buena voluntad y el humor que hizo de los largos y calurosos días de campo algo mucho más llevadero.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTADO DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	.VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1. <u>INTRODUCCION</u>	3
2.2. <u>PRODUCCION INDIVIDUAL</u>	5
2.2.1. <u>Requerimientos nutricionales</u>	6
2.2.2. <u>Consumo en pastoreo</u>	10
2.2.2.1. Disponibilidad y estructura de la pastura.....	11
2.2.2.2. Calidad del forraje.....	15
2.2.2.3. Selectividad.....	19
2.2.3. <u>Comportamiento ingestivo</u>	21
2.2.3.1. Patrón de pastoreo.....	25
2.2.4. <u>Ambiente</u>	29
2.2.4.1. Efecto del estrés térmico sobre el consumo en pastoreo y equerimientos para mantenimiento.....	29
2.2.4.2. Efecto de la temperatura sobre la calidad del forraje.....	31
2.3. <u>FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LA PRODUCCION ANIMAL EN PASTOREO</u>	32
2.3.1. <u>Intensidad de pastoreo</u>	32
2.3.1.1. Efecto de la carga sobre la producción de forraje.....	33
2.3.1.2. Efecto de la carga sobre la ganancia media diaria.....	37
2.3.2. <u>Sistemas de pastoreo</u>	40
2.3.2.1. Frecuencia de cambio de franja.....	46
2.3.3. <u>Encierro con sombra y agua</u>	53
2.3.4. <u>Pisoteo y deyecciones</u>	55
2.4. <u>HIPOTESIS</u>	57
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	59
3.1. <u>LOCALIZACION</u>	59
3.2. <u>CLIMA</u>	59
3.3. <u>SUELO</u>	60
3.4. <u>PASTURA</u>	61
3.5. <u>ANIMALES</u>	61
3.6. <u>TRATAMIENTOS</u>	61
3.7. <u>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</u>	63
3.7.1. <u>Período pre-experimental</u>	63
3.7.2. <u>Período experiental</u>	64
3.7.2.1. Manejo sanitario.....	64
3.8. <u>DETERMINACIONES REALIZADAS</u>	65

3.8.1.	<u>Biomasa de forraje disponible</u>	65
3.8.2.	<u>Composición botánica</u>	66
3.8.3.	<u>Consumo de forraje</u>	66
3.8.4.	<u>Calidad del forraje consumido</u>	67
3.8.5.	<u>Defoliación diaria</u>	68
3.8.6.	<u>Peso vivo</u>	69
3.8.7.	<u>Comportamiento ingestivo</u>	69
3.8.8.	<u>Análisis químico</u>	70
3.9.	VARIABLES CALCULADAS.....	71
3.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	71
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	75
4.1.	EVOLUCION DEL PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA.....	75
4.1.1.	<u>Evolución del peso vivo por tratamiento</u>	75
4.1.2.	<u>Evolución del peso vivo en función de la frecuencia del cambio de franja</u>	78
4.2.	CARACTERISTICAS DE LA PASTURA.....	80
4.2.1.	<u>Forraje ofrecido: disponibilidad y composición botánica</u>	80
4.2.2.	<u>Forraje ofrecido: composición química</u>	82
4.2.3.	<u>Forraje rechazado</u>	83
4.2.4.	<u>Utilización (% de lo ofrecido)</u>	84
4.2.5.	<u>Consumo de MS de forraje</u>	87
4.3.	TASA DE DEFOLIACION.....	90
4.4.	COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	94
4.4.1.	Actividad animal en pastoreo.....	94
4.4.1.1.	Actividad de pastoreo.....	94
4.4.1.2.	Rumia.....	97
4.4.1.3.	Descanso.....	98
4.4.2.	<u>Patrón de pastoreo</u>	101
4.4.2.1.	<u>Patrón diario del pastoreo de búsqueda</u>	102
4.4.2.2.	<u>Pastoreo efectivo</u>	103
4.4.2.3.	<u>Rumia</u>	108
4.4.2.4.	<u>Descanso</u>	109
4.4.3.	<u>Tasa de bocado</u>	110
4.5.	INDICADORES DE RODUCTIVIDAD.....	113
4.6.	DISCUSION GENERAL.....	114
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	117
6.	<u>RESUMEN</u>	118
7.	<u>SUMMARY</u>	120
8.	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	122
9.	<u>ANEXOS</u>	130

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Aumento del costo de mantenimiento para un novillo de 300 kg de PV.....	9
2. Producción estacional de una pradera de festuca, trébol blanco y lotus de segundo año y sus digestibilidades.....	33
3. Eficiencia de los procesos en un sistema pastoril.....	34
4. Efecto de la frecuencia de cambio de franja sobre la performance animal. Resumen de varios autores.....	51
5. Deyecciones, valores promedio para vacunos.....	56
6. Comparación de las precipitaciones ocurridas durante los meses de enero, febrero y marzo, serie histórica (1961 - 1990) y años 2005, 2006 y 2007.....	60
7. Manejo sanitario durante el periodo experimental	65
8. Peso vivo (PV) promedio por tratamiento para todo el periodo experimental.....	77
9. Evolución semanal y medias de biomasa, altura y composición botánica del forraje ofrecido a novillos durante el verano, de una pradera de festuca, trébol blanco y lotus.....	80
10. Composición botánica de una pradera de festuca, trébol blanco y lotus ofrecida a novillos Hereford durante el verano (promedio por tratamiento de todo el periodo experimental).....	82
11. Composición química del forraje de una pradera de festuca, trébol blanco y lotus ofrecida a novillos Hereford durante el verano (promedio por tratamiento de todo el periodo experimental).....	82
12. Biomasa (kg MS/ha) y altura (cm.) del forraje remanente luego del pastoreo realizado por novillos pastoreando una	

pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*.....	84
13. Utilización de forraje (% de lo ofrecido) de novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*	85
14. Utilización de forraje de novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano* (promedio por semana de todos los tratamientos)..... 86	
15. Consumo diario de MS (% del PV) de novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano* en diferentes asignaciones de forraje (AF) y frecuencia de cambio de la franja de pastoreo (CF) (medias ajustadas, promedio del periodo experimental).....	88
16. Composición botánica de una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus ofrecida y consumida (Handclipping) por novillos durante el verano* (promedio por tratamiento de todo el periodo experimental).....	89
17. Proporción y relación de las fracciones gramíneas y leguminosas consumidas por novillos durante el verano*, sobre una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus (promedio por tratamiento para todo el periodo experimental).....	90
18. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la frecuencia en el cambio de franja (CF) sobre la actividad de pastoreo en novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*.....	95
19. Efecto de la interacción CF x día dentro de semana sobre la actividad de pastoreo de novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*	96
20. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la frecuencia en el cambio de franja (CF) sobre la probabilidad de rumia en novillos durante el verano*, pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y Lotus.....	98

21. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la frecuencia en el cambio de franja (CF) sobre la probabilidad de descanso en novillos durante el verano*, pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus.....	99
22. Significancia (valor de P) de los efectos, asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF) y su interacción, sobre el tiempo de pastoreo búsqueda evaluado para intervalo de dos horas durante el periodo de observación*	102
23. Significancia (valor de P) de los efectos, asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF) y su interacción, sobre el tiempo de pastoreo efectivo realizado por novillos para cada intervalo de dos horas durante el periodo de observación*	104
24. Significancia (Valor de P) de los efectos asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF), su interacción, triple interacción AF x CF x Semana y día dentro de semana sobre el tiempo de rumia de novillos para cada intervalo de dos horas durante el periodo de observación, sobre una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*	108
25. Significancia (Valor de P) de los efectos, asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF), su interacción, triple interacción AF x CF x Semana y día dentro de semana sobre el tiempo de descanso de novillos, para cada intervalo de dos horas durante el periodo de observación, sobre una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*.....	109
26. Significancia (valor de P) de los efectos, asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF) y su interacción, sobre la tasa de bocado de novillos, medida cada dos horas durante el periodo de observación, sobre una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*	110
27. Ganancia Media Diaria (GMD), Eficiencia de conversión de la MS y producción de carne por hectárea.....	114

Figura No.

1. Variación del consumo y los componentes del comportamiento ingestivo según la altura de la pastura.....	14
2. Relación entre la tasa de crecimiento y la eficiencia de utilización con la presión de pastoreo, y la altura y el IAF de la pastura.....	35
3. Curva de Mott.....	38
4. GMD de novillos Hereford pastoreando a diferentes AF sobre verdes y praderas en distintos momentos del año.....	40
5. Evolución del peso vivo de novillos Hereford de sobre año pastoreando una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, en 2 AF (3% y 9%) con 3 frecuencias de CF (diario, 3-4 días y 7 días).....	76
6. Evolución del PV de novillos de sobre año pastoreando una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, durante el verano, bajo tres frecuencias de CF (diario, 3-4 días, 7 días).....	79
7. Efecto de la AF sobre la utilización de forraje por novillos durante el verano, con encierro durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 hs), pastoreando una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus.....	86

8.	Evolución promedio (cm) de la altura de la pastura de los tratamientos con CF diario, con sus respectivas líneas de tendencia.....	91
9.	Evolución diaria promedio (cm) de la altura de la pastura de los tratamientos con CF 3-4 días, con sus respectivas líneas de tendencia.....	92
10.	Evolución diaria promedio (cm) de la altura de la pastura de los tratamientos con CF semanal, con sus respectivas líneas de tendencia.....	93
11.	Efecto del nivel de AF sobre el tiempo relativo de pastoreo, rumia y descanso de novillos durante el verano, con encierro durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas), sobre una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus.....	100
12.	Efecto de la frecuencia en el CF sobre el tiempo relativo de pastoreo, rumia y descanso de novillos Hereford durante el verano, con encierro durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas), sobre una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus.....	101
13.	Patrón de pastoreo efectivo horario según AF y CF para novillos Hereford de año y medio en una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano.....	106
14.	Tasa de bocado según hora del día en función de la AF para novillos Hereford de año y medio en una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano.....	110
15.	Tasa de bocado según hora del día en función de la frecuencia de CF para novillos Hereford de año y medio en una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano	111

1. INTRODUCCION

En Uruguay, la base pastoril es uno de los principales soportes de los sistemas de producción de carne. Dentro de éstos, en la fase de invernada, se destaca la importancia de las praderas permanentes, debido al aporte en cantidad y calidad de materia seca. La eficiencia de utilización de estos recursos condiciona la productividad de los sistemas de invernada a pasto.

En los sistemas intensivos de producción de carne vacuna a pasto, el pastoreo en franjas diarias de praderas sembradas es recomendado como forma de mejorar la eficiencia de utilización del forraje, facilitar la administración del recurso forrajero, y ofrecer al animal una dieta más homogénea y estable entre días. Esto último, promovería condiciones ruminales más favorables repercutiendo positivamente sobre la ganancia diaria de peso vivo. Sin embargo, este beneficio potencial de la franja diaria frente a mayores tiempos de ocupación de la parcela, podría verse condicionado por la cantidad y calidad del forraje ofrecido al animal, en la medida que éste adaptaría su comportamiento ingestivo para mantener un consumo estable frente a cambios en la condición y estructura del tapiz.

La relación entre carga y tiempo de ocupación de las parcelas de pastoreo han sido estudiadas para el periodo otoño-invierno-primavera. Sin embargo, la marcada estacionalidad que presentan las pasturas, sumado a los cambios en requerimientos nutricionales del animal a medida que crece, permite suponer que las relaciones

halladas, de respuesta animal frente a modificaciones en los factores del manejo del pastoreo, puedan no reproducirse durante el periodo estival. Durante el verano, una pradera compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, registra la menor producción de forraje, a que se suma la disminución en la calidad que presenta el forraje cuando madura (Carámbula, 1996). Asimismo se dan las condiciones de máxima radiación y temperatura ambiente, provocando que los animales realicen un menor consumo voluntario de materia seca y deban incurrir en un mayor gasto de energía para mantener la temperatura corporal, afectando negativamente el balance energético de los mismos.

El objetivo del presente trabajo es contribuir a la generación de información sobre el manejo del pastoreo con vacunos en crecimiento utilizando praderas permanentes durante los meses estivales, a partir de la cuantificación de la mejor relación entre la frecuencia de cambio de franja y asignación de forraje, y su efecto sobre la performance animal y utilización del forraje.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. INTRODUCCION

Los sistemas de pastoreo pueden ser evaluados a partir de la producción individual y la producción por unidad de área. La primera, es producto del consumo de MS, la digestibilidad y la eficiencia de conversión, mientras que la segunda es el resultado de la capacidad de carga que soporte el recurso forrajero, estando determinada por la producción de MS, la eficiencia de utilización y su conversión en producto animal (Hodgson, 1990).

El potencial productivo a partir de pasturas va a depender del tipo de producción que se realice, ya que las eficiencias relativas de los procesos son diferentes. La eficiencia del proceso de producción sobre base pastoril se refiere a la cantidad de forraje requerido por unidad de producto obtenido, lo cual depende fundamentalmente del costo de mantenimiento, del tipo de tejido o producto producido y del nivel de consumo (Cangiano, 1996). Al aumentar el consumo de forraje los animales obtienen una mayor cantidad de energía y otros nutrientes, disminuyendo la proporción de energía proveniente de la dieta que se destina al mantenimiento. Esto mejora la eficiencia de utilización de la energía para propósitos productivos como ganancia de peso o producción de leche, es decir, mejora la eficiencia de conversión de pasto en producto animal (Cangiano 1996, Barnes et al. 2003).

Existe la posibilidad de intervenir y modificar en parte la producción por unidad de área a través de los sistemas de pastoreo. La esencia del manejo del pastoreo es alcanzar un efectivo balance entre las eficiencias de las tres principales etapas de producción: crecimiento de la pastura, consumo de forraje y producción animal, siendo el principal objetivo maximizar la producción animal por unidad de superficie dada una cubierta vegetal determinada. Para ello deberían compatibilizarse el aprovechamiento del forraje y la producción individual de los animales (Cangiano 1996, Mott, citado por Romera et al. 2000).

Entre los factores de manejo del pastoreo, la relación entre el consumo de forraje y la asignación del mismo es primordial para comprender la importancia de los sistemas de pastoreo. Barnes et al. (2003) mencionan que asignaciones de forraje (en adelante AF) excesivamente elevadas pueden conducir al envejecimiento de la pastura, disminución de las tasas de crecimiento de la misma, caída en la calidad del forraje y la dieta, pastoreo selectivo, aumento de la contaminación de la pastura por deyecciones y orina, un mayor esfuerzo para pastorear, bajo consumo y una menor producción animal.

El pastoreo en franjas con un tiempo de permanencia predeterminado en cada una de ellas es una medida de manejo del pastoreo que permite reducir la selectividad por parte de los animales, aumentar la utilización de la pastura y mantener una calidad más homogénea del forraje consumido (Fernández, 1999). En condiciones de AF restrictivas, utilizar periodos de permanencia dentro de una franja muy prolongados,

puede conducir a que a medida que transcurren los días la cantidad de forraje presente sea menor a la previamente asignada.

De León (2004) concuerda con que las características de la pastura intervienen en la definición del consumo de materia seca digestible (en adelante MSD) por parte de los animales, agrupándolas en oferta, calidad y estructura del forraje.

En base a lo mencionado anteriormente, la revisión bibliográfica del presente trabajo fue enfocada desde la producción individual y organizada sobre la base de tres aspectos principales: a) consumo animal en pastoreo, teniendo en cuenta el efecto de la estación del año sobre la pastura y los requerimientos animales, b) factores de manejo como carga animal y sistema de pastoreo y c) la interacción entre sistema de pastoreo x carga animal x características de la pastura

2.2. PRODUCCION INDIVIDUAL

La productividad de los rumiantes depende de su habilidad para consumir y extraer energía utilizable a partir de las dietas disponibles (Allen, 1996). A su vez, el potencial de los forrajes para cubrir los requerimientos energéticos de los mismos es con frecuencia el primer factor limitante en determinar la productividad (Barnes et al., 2003).

2.2.1. Requerimientos nutricionales

Una forma de expresar el contenido energético de un alimento y los requerimientos animales para una función fisiológica específica es a través del sistema de energía neta (EN), siendo ésta la energía remanente luego de todas las pérdidas metabólicas ($EN = E_{metabólica} - \text{pérdidas metabólicas}$) y en consecuencia la energía de los alimentos utilizada por los animales para su mantenimiento y producción (Kromann, 1973).

Según Kleiber, citado por Kromann (1973), los requerimientos energéticos para mantenimiento de un animal adulto se definen como la energía necesaria para mantener al animal en un estado en el cual no gane ni pierda masa corporal, así el animal se encuentra en equilibrio energético. A su vez Webster, citados por Williams y Jenkins (2003) lo definen como “la cantidad de EM que generará un balance en la producción de calor y no producirá ni pérdidas ni ganancias en las reservas corporales”. Dichos requerimientos, presentan prioridad frente a los requerimientos de producción, es decir, que deben ser cubiertos para que quede energía disponible para la producción. Debido a esto, variaciones en los requerimientos energéticos para mantenimiento van a estar influyendo en la energía disponible para producción (Kromann, 1973).

Los requerimientos de energía para mantenimiento y ganancia de peso en novillos en crecimiento están afectados por: la raza (Blaxter, citado por Kroman 1973,

Graham y Searle, Gravy y McCracken, Ferrell et al., citados por Williams y Jenkins 2003); la edad (Ritzman y Benedict, Ritzman y Colovos, Kleiber, citados por Kromann, 1973); el peso vivo y ganancia media diaria (NRC, 1981, 2000); el estado fisiológico (NRC, 1981); el estado corporal (NRC 1981, Graham y Searle, Gravy y McCracken, Ferrell et al., citados por Williams y Jenkins 2003); el nivel de consumo (Graham y Searle, Gravy y McCracken, Ferrell et al., citados por Williams y Jenkins 2003); el clima (Kroman 1973, NRC 1981) y el nivel de actividad (Kroman 1973, NRC 1981, Di Marco 1998).

Altos planes nutricionales resultan en requerimientos de mantenimiento mayores o disminuciones en la eficiencia de uso de la energía metabólica (ARC, citado por Birquelo et al., 1991). Koong et al., Johnson et al., citados por Birquelo et al. (1991), trabajando en condiciones de estabulación establecen que mayores tasas de ganancia están asociadas a mayores requerimientos de mantenimiento, los cuales se deben en parte a un incremento en la masa de los órganos metabólicamente activos como corazón, hígado, riñones e intestino.

En condiciones de pastoreo, los animales realizan una actividad muscular considerablemente mayor que en estabulación debido a que pasan gran parte del día caminando y cosechando forraje. La intensidad de dicha actividad es variable debido a la acción de diferentes factores que afectan el comportamiento animal en pastoreo, fundamentalmente el tiempo que dedican al mismo, la frecuencia de bocados con que cosechan el forraje, la distancia que recorren, la pendiente y la velocidad a la cual se

desplazan; ya que se considera que el costo energético de la actividad de rumia y de echarse y levantarse no difieren entre animales en confinamiento y en pastoreo libre (Di Marco, 1998).

Según Viglizzo y Roberto, citados por Galli (2004), el incremento en los requerimientos de mantenimiento de un animal en pastoreo es del orden del 20 al 50%.

A su vez, la energía destinada al pastoreo es menor en pasturas de alta calidad con estructuras que permitan altas tasas de consumo (Barnes et al., 2003), además en dichas pasturas el gasto extra de energía por actividad puede ser compensado por un ligero aumento en el consumo (Di Marco, 1998).

Di Marco (1998) luego de una extensa revisión bibliográfica concluye que “los datos citados indican que el costo energético de caminar un kilómetro y de pastorear una hora son similares, con un valor promedio cercano a 0,50 kcal/kg de peso animal”. Sin embargo, el mismo autor trabajando en Balcarce estimó el costo de cosechar forraje a partir de los datos de producción de CO₂, a través de la técnica de radiocarbono (C¹⁴), obteniendo valores de 0,14 kcal/hora/kg de peso vivo y 0,46 kcal/hora/kg de PV, para pasturas de alta y baja disponibilidad respectivamente. También estimó un costo por caminata, el cual fue de 0,09 kcal/km/kg de PV en terreno plano a distintas velocidades y de 0,16 kcal/km/kg de PV en pendiente; concluyendo que los resultados son inferiores a los reportados por la bibliografía.

En el cuadro 1, se presentan los cálculos realizaos por Di Marco (1998) estimando el aumento en el costo de mantenimiento (9000 kcal, tomado de ARC) para un novillo de 300 kg de PV, que camina 6 km y pastorea 10 horas por día a moderada o alta frecuencia de bocados, observándose que el principal efecto de la actividad es debido al costo energético del pastoreo a altas tasas de bocado.

Cuadro 1: Aumento del costo de mantenimiento para un novillo de 300 kg de PV

Actividad	Costo energético actividad (kcal/día)	Gasto Actividad (kcal/kg)	Incremento Mantenimiento (%)
Pastoreo moderada frecuencia	0,14 por hora	420	4,7
Pastoreo alta frecuencia	0,46 por hora	1380	15,3
Caminata en llano	0,09 por km	162	1,8
Caminata en pendiente	0,17 por km	306	3,4

Fuente: Di Marco (1998).

Di Marco (1998) señala entre las posibles causas que explican el bajo costo que le insume al animal el caminar, que el 65% de la energía cinética del cuerpo se transfiere de un paso a otro, de forma tal que solamente el 35% restante de la energía que utiliza el músculo proviene de las reservas animales. Además, destaca que el ejercicio modifica las fibras del músculo, pues se reemplaza un tipo de proteína por otro y esto hace que la fibrilla muscular sea más eficiente y que si bien la tasa metabólica aumenta con la actividad, esta disminuye posteriormente de forma tal que el gasto de energía baja rápidamente después del ejercicio. Esto hace que el efecto

proporcional sea de poca incidencia en el gasto total que se calcula para un periodo de 24 horas.

2.2.2. Consumo en pastoreo

Luego de que el forraje fresco es consumido sufre una intensa digestión ruminal en donde el 90% de la materia orgánica digestible consumida es digerida (Corbett y Pickering, Elizalde et al., citados por Elizalde, 2001). Según Elizalde et al., citados por Elizalde (2001) la proteína de los forrajes frescos es altamente degradada en el rumen, con un promedio del 75 – 85% para las distintas especies.

El consumo voluntario de forraje se refiere a la cantidad de materia seca (en adelante MS) que los animales pueden consumir cuando la oferta del mismo no presenta restricciones (Barnes et al., 2003). El consumo de forraje por parte del animal en pastoreo, está determinado por factores relacionados con: a) la pastura (calidad y estructura de la misma), b) el animal (tipo, tamaño y productividad), c) el manejo (sistema de pastoreo, disponibilidad por animal y por día) y d) el ambiente (temperatura, humedad, foto período, velocidad del viento, etc.) (Cangiano, 1996). Estos factores deben considerarse en conjunto, pues operan en forma dinámica y simultánea (Hodgson 1990, Chilibroste 1998).

Para el corto y mediano plazo los factores que regulan el consumo se pueden agrupar en (Hodgson, 1990):

1. Factores que afectan la digestión del forraje, relacionados principalmente con la madurez y la concentración de los nutrientes consumidos.
2. Factores que afectan la ingesta de forraje, relacionados principalmente con la estructura física del canopeo.
3. Factores que afectan la demanda por nutrientes, capacidad de digestión y de consumo de los animales.

Según Norbis (1994), partiendo de una dieta determinada, la productividad animal depende en un 70% aproximadamente de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor medida de la eficiencia con que digiere y metaboliza los nutrientes consumidos. Esto concuerda con lo expresado por Illius y Jessop, citados por Chilbroste et al. (1998), quienes afirman que la capacidad de ingestión de alimentos es el factor predominante en la determinación de la performance animal.

Barnes et al. (2003) menciona que la cantidad de MS consumida es el principal determinante del consumo de energía digestible y que forrajes de mayor digestibilidad aportan más energía por unidad de materia seca.

2.2.2.1. Disponibilidad y estructura de la pastura

La respuesta que presenta el consumo de forraje (kg/animal/día) frente a aumentos en cantidad de alimento (forraje verde o MS total, asignación de forraje AF o altura de la pastura) responde según una ecuación de tipo cuadrática (Poppi et al.,

1987). Según describen estos autores, en la sección ascendente de la curva los “factores no nutricionales” son los determinantes del consumo, mientras que en la sección asintótica, los “factores nutricionales” son los que adquieren importancia en determinar el consumo. Éstos últimos intervienen cuando la calidad y cantidad del alimento no son limitantes, destacándose la digestibilidad de la pastura, el tiempo de permanencia del alimento en el rumen y la concentración de los productos finales de la digestión ruminal (Poppi et al., 1987).

Los factores no nutricionales están relacionados con la habilidad de los animales para cosechar la pastura (Poppi et al., 1987) y actúan cuando la oferta es limitante respecto a la capacidad de consumo (Ganzábal, 1997). Dentro de estos factores, los de mayor importancia en la regulación del consumo son los relacionados al comportamiento ingestivo (peso del bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo) (Poppi et al. 1987, Ganzábal 1997) los cuales son afectados por la estructura de la pastura y la selección (Poppi et al., 1987). Hodgson (1990) establece que la estructura de la pastura y su composición botánica pueden provocar efectos directos sobre el consumo de forraje en animales en pastoreo, independientemente de la influencia que tiene la composición química y nutricional del forraje.

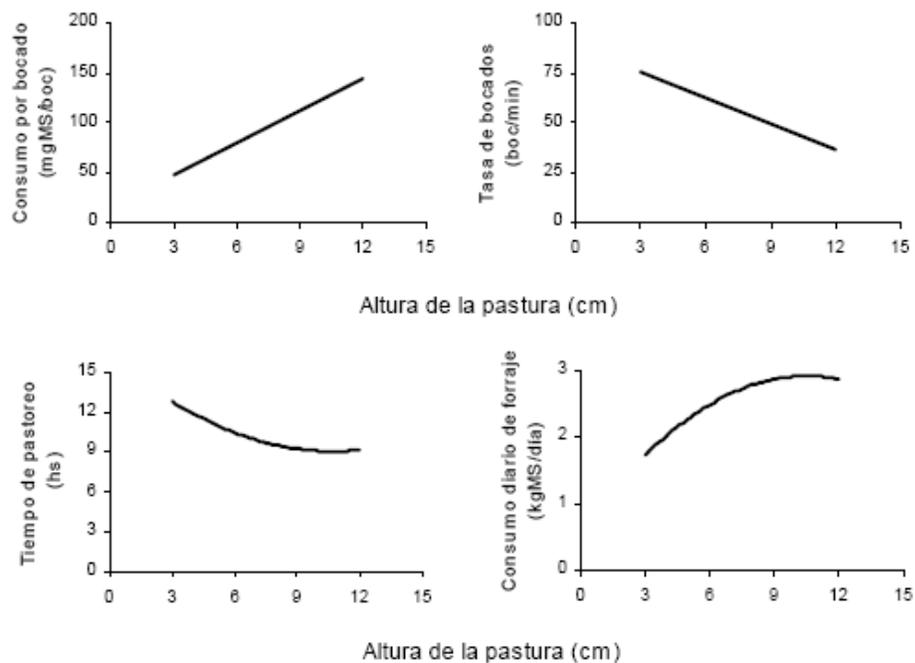
De acuerdo a lo reportado por varios autores, tanto para bovinos como para ovinos, los mayores niveles de consumo voluntario se obtienen con disponibilidades superiores a 2250 – 2500 kg MS/ha (Rayburn, citado por Aguirrezabala y Oficialdegui 1993, Rovira 1996, NRC 2000). A medida que disminuye la disponibilidad por debajo

de estos valores, la reducción en el consumo se va haciendo cada vez mayor, debido a una disminución en el peso de bocado y posiblemente a causa de la fatiga que ocasiona el pastoreo (Jagush et al., citados por Cangiano, 1997). A su vez, el forraje se considera no disponible para el animal cuando la disponibilidad se ubica por debajo de 550 a 840 kg MS/ha (Barnes et al., 2003).

La altura a la cual las pasturas son mantenidas también afecta el consumo de MS de forraje y su digestibilidad, así como también el comportamiento ingestivo de los rumiantes (Wright et al., Prigge et al., citados por Gekara et al. 2001, Rodríguez 2005). Esto concuerda con lo expresado por Hodgson (1990), quien establece que los componentes del comportamiento ingestivo, principalmente el consumo por bocado, son muy sensibles a variaciones en las condiciones de la pastura, particularmente a variaciones en la altura (Figura 1) y a no ser en pasturas de alta calidad, el aumento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocado no compensa la disminución en el tamaño de bocado (Gekara et al., 2001).

A medida que la altura de la pastura aumenta, la proporción de tallos y material senescente también aumenta en comparación con la fracción más digestible compuesta por hojas (Hodgson 1990, Baker et al., Wrihgt y Whyte, citados por Gekara et al. 2001, Agnusdei 2007), determinando que la calidad de la pastura descienda, lo cual afecta negativamente el consumo (Hodgson 1990, Agnusdei 2007). Según Laredo y Minson, citados por Gunter et al. (1997) las dietas con mayor contenido de tallos en relación a hojas generalmente presentan un menor nivel de consumo voluntario.

Según Gekara et al. (2001), la altura de la pastura ($P > 0.10$) influye la composición botánica, donde con pasturas mezclas de zonas templadas, la proporción de gramíneas disminuyó en 5%, mientras que la proporción de material muerto aumentó 7%, al aumentar la altura de la pastura de 6,6 a 8,8 cm. La altura de la pastura también afectó el contenido de PC y FDN ($P > 0.10$), donde al aumentar la altura disminuyó el contenido de PC y aumentó el de FDN, lo cual podría estar limitando el tiempo de pastoreo por un incremento en el tiempo de rumia o efectos en el llenado del tracto.



Fuente: Hodgson (1990).

Figura 1: Variación del consumo y los componentes del comportamiento ingestivo según la altura de la pastura

Según Rook et al., Prigge et al., citados por Gekara et al. (2001), trabajando con pasturas mezcla (*Lolium perenne* con *Trifolium repens*, y *Poa pratensis* con *Trifolium repens*, respectivamente), la altura de la pastura a la cual se logra el mejor compromiso entre calidad del forraje y el consumo de MS se ubica entre 8 y 10 cm. De los ensayos realizados con novillos de sobreaño (raza lechera: Swedish Red and White) durante 1996 y 1997 sobre pasturas naturales y cultivadas en la zona de Uppsala, (Sur-este de Suecia), Spörndly et al. (2000) concluyen que la altura de la superficie de la pastura recomendada desde el punto de vista de la producción animal se ubica entre 6 y 10 cm.

La altura de pastoreo se relaciona con la carga, el tiempo de permanencia de los animales en el potrero y con la disponibilidad de forraje. Cuando la pastura es consumida más allá de los 5 cm de altura, el consumo se reduce aproximadamente entre un 10 y un 15%, afectando negativamente la producción (Rodríguez, 2005).

2.2.2.2. Calidad del forraje

Dentro de los factores que afectan la calidad del forraje se destacan tres factores primarios, especie forrajera, estado de madurez y condiciones de cosecha (Elizalde et al., citados por Elizalde 2001, Barnes et al. 2003). También se destacan factores secundarios como temperatura, humedad del suelo durante el crecimiento, fertilidad del suelo y cultivar. Muchos de estos factores afectan la calidad del forraje debido a su efecto en la anatomía y morfología de las plantas (Barnes et al., 2003).

Respecto al estado de madurez, Carámbula (1996) indica que la calidad de la pastura desciende a medida que las plantas avanzan en su ciclo y pasan del estado vegetativo al reproductivo, lo cual explica la menor digestibilidad de la misma durante el verano. Este descenso se debe a la modificación en el aporte al rendimiento de MS digestible que realizan los diferentes componentes. Así, disminuye la proporción de hojas, principal componente de la calidad, mientras que los tallos y las inflorescencias aumentan su proporción de forma progresiva, los cuales presentan un menor valor nutritivo).

Muchos de los factores que conducen a un aumento en la digestibilidad de la pastura también conducen a un aumento en el consumo voluntario, por eso aún pequeños aumentos en digestibilidad pueden resultar en grandes aumentos en la performance animal (Barnes et al., 2003). Esto concuerda con lo expresado por Hodgson (1990), quien establece que el consumo de forraje aumenta más o menos a tasa constante según el valor de digestibilidad, aunque la relación entre consumo de MS y digestibilidad es compleja ya que para un mismo valor de digestibilidad, dependiendo de la especie forrajera y su composición, la tasa de digestión puede diferir. Según Rovira (1996), la razón por la cual a mayor digestibilidad se da un mayor consumo, está basada en el tiempo de permanencia del alimento en el rumen, ya que la capacidad del rumen es limitada y la velocidad con que entra materia orgánica al mismo no puede exceder a la velocidad con que sale. Con respecto a este tema, el

mismo autor señala que el consumo animal aumenta linealmente con el incremento de la digestibilidad, hasta que ésta alcance valores cercanos al 80%.

Tasa de digestión: es la proporción o porcentaje del material digestible presente en el rumen que es digerido durante cada hora. La tasa de digestión y digestibilidad deben ser consideradas separadamente, aplicándose la primera únicamente al comportamiento de la fracción digestible de un constituyente. La tasa de digestión (k) permanece constante durante el proceso de digestión y la cantidad de sustrato digerido cada hora es mayor en las primeras horas del proceso debido a una mayor cantidad de sustrato presente (Barnes et al., 2003).

El descenso en la calidad del forraje por efecto del envejecimiento de los tejidos varía según la especie forrajera y el tipo de tejido (Barnes et al., 2003). Éste es mínimo en las láminas de las leguminosas templadas, significativo en las láminas de gramíneas y máximo en los tallos (Agnusdei, 2007). A su vez, las leguminosas presentan un menor contenido de pared celular que las gramíneas a cualquier nivel de digestibilidad, por lo que dichas diferencias pueden provocar un gran efecto en el tiempo total de digestión, determinando que una terminación más rápida de la digestión contribuya a un mayor nivel de consumo, típico de las leguminosas (Hodgson 1990, Barnes et al. 2003). Así especies como alfalfa y trébol rojo permiten mayores niveles de consumo que gramíneas de similar digestibilidad (Barnes et al., 2003).

El contenido de proteína cruda (en adelante PC) del forraje afecta el nivel de consumo de MS, presentándose limitaciones con niveles de PC menores de 6 a 8% (Forbes 1988, Barnes et al. 2003). La reducción en el consumo se asocia al decremento de la actividad microbiana del rumen, lo cual reduce la digestibilidad y aumenta el tiempo que el forraje permanece en el mismo (Forbes, 1988). Con respecto a este tema, Rovira (1996) indica que cuando el nivel de proteína no es el adecuado, el animal pierde el apetito, lo cual automáticamente genera déficit de energía para el animal.

La fracción fibra detergente neutro (en adelante FDN) representa el total de fibra o la fracción pared celular del forraje. El consumo de forrajes muy fibrosos se ve limitado por el tiempo requerido para digerir la fibra, para reducir el tamaño de partículas y para mover los residuos indigestibles a través del tracto digestivo (Allen 1996, Barnes et al. 2003). Por ejemplo, la fracción FDN de las hojas de *Digitaria eriantha* y *Chloris gayana* estuvieron 32 horas dentro del rumen comparado con las 46 horas que necesitaron los tallos de esas mismas especies (Poppi et al., citados por Barnes et al., 2003).

La digestibilidad del forraje no solo está condicionada por la composición química, sino también por factores inherentes al animal. La digestibilidad de la fibra depende de la actividad de los microorganismos del rumen y el tiempo durante el cual el material se encuentra expuesto a dicha acción, estando inversamente relacionado a la tasa de pasaje por el rumen (Hodgson 1990, Rearte 2001, Barnes et al. 2003). En

este sentido, la tasa a la cual las partículas son reducidas por la masticación primaria (cosecha y masticación) y secundaria (rumia) hasta un tamaño tal que pueda desalojar el rumen es un factor que influencia el consumo voluntario, ya que un pasaje más rápido, así como una digestión más rápida, produce espacio disponible en el rumen para alojar mas ingesta (Barnes et al., 2003).

2.2.2.3. Selectividad

El consumo voluntario también puede verse afectado por factores químicos o físicos que provoquen que el forraje sea más o menos palatable para el animal. La palatabilidad se refiere a la preferencia de los animales por una comida en particular cuando se le da la posibilidad de elegir (Barnes et al., 2003).

Por medio de la selección de la dieta, los animales en pastoreo buscan cubrir sus requerimientos nutricionales. La importancia del proceso de selección radica en el impacto que tiene sobre el sistema ecológico de la pastura y en que la posibilidad de seleccionar afecta la ingesta total de nutrientes, al variar la cantidad y calidad del forraje consumido (Hardoy y Danelón, 1989).

Hodgson, citado por Hardoy y Danelón (1989) divide dicho proceso en dos fases, la selección del sitio de pastoreo y la selección del bocado. La selección del sitio de pastoreo por parte de los animales está fuertemente influenciada por la composición de la pastura (Illius, citado por Hardoy y Danelón, 1989), utilizando como estimadores

de la preferencia la cantidad y calidad del forraje (Senft et al., citados por Hardoy y Danelón, 1989). Luego de seleccionado el sitio de pastoreo los animales seleccionan los bocados individuales que toman, donde la preferencia es a favor de las leguminosas frente a gramíneas, hojas en lugar de tallos y más tejido vivo que el promedio de la vegetación a la cual tienen acceso (Hardoy y Danelón 1989, Hodgson 1990), lo cual significa que el valor nutritivo de la dieta es generalmente mayor que el de la pastura (Hodgson, 1990).

La preferencia que ejercen los animales puede estar asociada con diferencias en la dureza de la estructura de la hoja y el tallo, del tejido joven y del maduro y con las características de turgencia entre el tejido muerto y vivo (Hodgson, citado por Hardoy y Danelón, 1989). Las hojas presentan una mayor digestibilidad, menos fibra y hasta dos veces más PC cruda que los tallos de la misma planta y como consecuencia de la preferencia de los animales por éstas en lugar de los tallos, estos generalmente pastorean las capas superiores del canopeo primero, donde las hojas tienden a concentrarse (Barnes et al., 2003). También, animales pastoreando praderas mixtas tienden a cosechar algunas especies y evitar otras (Hodgson, 1990).

La selección que realizan los animales en pastoreo varía con el transcurso del día, presentando un comportamiento menos selectivo durante la mañana y aumentando hacia la tarde a medida que experimentan una mayor sensación de saciedad (Van Dyne y Heady, citados por Hardoy y Danelón, 1989).

2.2.3. Comportamiento ingestivo

Chilibroste (1998) cita el modelo adoptado por Allden y Whittaker, quienes expresan el consumo de MS (g.día^{-1}) como el producto de la tasa de consumo (g.hora^{-1}) y el tiempo de pastoreo (horas.día^{-1}). Así, el consumo diario que realizan los animales está determinado por la tasa de consumo y por el tiempo que pasan pastoreando cada día. La tasa de consumo puede ser parcialmente determinada por el tamaño del animal, su madurez, y su estatus de hambre o saciedad, comportamiento social dentro del rodeo y el ambiente. Las características de la pastura como la disponibilidad, estructura y calidad afectan la tasa de consumo (Barnes et al., 2003).

La tasa de consumo es el producto de la tasa de bocados por minuto y el peso de dichos bocados. La tasa de bocados por minuto se encuentra acotada al número de movimientos de mandíbula que pueden realizar los animales, el cual presenta un límite de 80 movimientos de mandíbula por minuto, algunos de los cuales involucran la manipulación oral del forraje, masticación, formación del bolo y tragado del mismo. Debido a esto, la tasa de bocados por minuto generalmente disminuye con el aumento del peso de los bocados debido a los movimientos de mandíbula adicionales requeridos para la masticación y la formación del bolo, mientras que la misma se ve incrementada en respuesta a la poca altura de las pasturas, debido a que el volumen de los bocados así como el peso de los mismos disminuyen con la disminución de la profundidad de los mismos (Barnes et al., 2003).

El consumo diario de forraje se verá adversamente afectado a menos que cualquier reducción en la tasa de consumo sea compensada por un aumento en el tiempo de pastoreo. A su vez, cuando el consumo por bocado se reduce le va a corresponder una disminución en la cantidad consumida, a no ser que esta sea compensada por un aumento en la tasa de bocados (bocados/minuto) (Hodgson, 1990).

Entender las propiedades de la pastura que determinan el peso de los bocados es importante para manejar la cantidad y calidad del forraje ingerido por los animales (Barnes et al., 2003). En este sentido, Laca et al. (1992) utilizando pasturas sembradas, ubicaron a la altura y la densidad del forraje como los factores más importantes en la definición de la profundidad y área de bocado y consecuentemente en el peso de bocado. A su vez, Forbes (1988), Hodgson (1990) señalan que a medida que disminuye la altura de la pastura disminuye el peso de bocado. Adicionalmente, ha sido reconocido el peso del bocado individual como determinante de la tasa de consumo lograda por los rumiantes (Hodgson 1990, Ungar 1996).

La respuesta de los animales frente a una pastura con menor oferta de MS es aumentar el tiempo de pastoreo y el número de bocados por minuto, pero disminuyendo el peso de los mismos y el consumo (Hodgson 1990, Cangiano 1996, Chacon y Stobbs, Gordon y Lascano, citados por Palhano et al. 2007). Es decir, al disminuir el tamaño de los bocados los animales lo compensan temporalmente incrementando el número de bocados y el tiempo de pastoreo, pero dichos aumentos

no son lo suficientemente grandes como para prevenir una disminución en el consumo (Hodgson, 1990). Además, conforme continúa disminuyendo la disponibilidad de MS, también declinan el número de bocados y el tiempo de pastoreo, determinando que en pasturas extremadamente cortas, peso de bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo tienden a disminuir en forma conjunta (Hodgson, 1990).

A su vez, la tasa de consumo también tiende a disminuir progresivamente con el aumento en la intensidad de selección, de manera que el pastoreo selectivo no necesariamente resulta automáticamente en aumentos en el nivel de nutrientes consumidos. (Hodgson, 1990). De esta manera, en niveles bajos de oferta de forraje el consumo animal es bajo (en comparación con una oferta adecuada), debido a un bajo peso de bocado; mientras que en niveles demasiado elevados de oferta de forraje el consumo también puede ser bajo, pero atribuido a la acción de un pastoreo muy selectivo, determinando que se sobre pastoreen ciertas áreas mientras que aumentan la cantidad de zonas por parcela compuestas por forraje rechazado y/o endurecido (Forbes 1988, Hodgson 1990, Rovira 1996, Cangiano 1997). Aparte del pastoreo selectivo, Carvalho et al., citados por Palhano et al. (2007) mencionan al tiempo necesario para la formación del bocado como factor que restringe el consumo en condiciones de elevada oferta de forraje.

El tamaño de bocado es el producto del volumen del bocado y la densidad de MS dentro de ese bocado. Así, en una pastura de alfalfa con un horizonte de pastoreo de 12 cm, el volumen cilíndrico de un bocado equivale a 946 cm^3 aproximadamente.

Con una densidad de 0,001 gramos/cm³, el consumo por bocado equivale aproximadamente a un gramo de MS. Para que un animal de 200 kg consuma el 3% de su peso vivo (6 kg de MS), deberá tomar 6000 bocados de un tamaño típico (1 gr MS/bocado). A una tasa de 20 bocados por minuto esta cantidad de bocados equivale a estar 5 horas pastoreando por día. Si la disponibilidad de forraje varía de 600 a 2400 kg de MS/ha, el número de bocados necesarios para cosechar los 6 kg de MS mencionados puede variar desde 12000 a 3000 por día (Barnes et al., 2003).

Los valores encontrados por Palhano et al. (2007) para peso de bocados varían de 0,202 a 0,747 gramos MS/bocado/animal, con tasas de bocado equivalentes a 31 y 15 bocados/minuto respectivamente. Los valores de tasa de bocados fueron inferiores a los reportados por Silva et al., Carvalho et al., citados por Palhano et al. (2007), los cuales fueron de 55 y 30 a 70 bocados/minuto respectivamente.

Palhano et al. (2007) presenta los resultados para peso de bocados obtenidos por diferentes autores. Así, en estudios con animales jóvenes, Demment y Laca obtuvieron valores de 0,5 a 3,0 gramos y Cangiano et al. de 1,3 a 1,9 g MS/bocado/animal. En experimentos con vacas lecheras adultas, Hodgson reportó valores de 0,2 a 1,0 gramos y Barret et al. de 0,7 a 1,2 g MS/bocado/vaca (citados por Palhano et al., 2007).

Respecto del comportamiento en condiciones de restricción en el tiempo de acceso a la pastura durante el verano, Cortazzo et al. (2007), Adami et al. (2008)

reportaron que para la zona norte del país, novillos restringidos durante las horas de mayor temperatura no ven afectado su consumo respecto a los que permanecen en pastoreo libre. Los animales restringidos compensan el menor tiempo de acceso a la pastura dedicando una mayor proporción del mismo al pastoreo, con una mayor tasa de bocado. Este comportamiento también fue reportado por Greenwood y Demment (1998), quienes encontraron que el ayuno o la restricción en el tiempo de pastoreo conducen a incrementos en la tasa de consumo a través de un aumento en la tasa de bocados, sin modificación del peso de los mismos.

2.2.3.1. Patrón de pastoreo

Cuando pastorean intensamente, tanto ovinos como bovinos caminarán hacia delante con la cabeza baja realizando movimientos de lado a lado con la misma, tomando bocados llenos a una tasa de entre 1 a 2 bocados por segundo. La dirección en la que avanzan puede ser errática pero la colecta e ingestión de pasto es prácticamente continua. Este patrón de comportamiento es típico para la mayoría de los periodos de pastoreo en pasturas uniformes (Hodgson, 1990).

En pasturas heterogéneas o hacia el final del período de pastoreo, aún en pasturas de alta calidad nutritiva, los animales tienden a moverse más rápido, mantener sus cabezas más altas, y tomar bocados aislados o grupos de bocados a medida que avanzan. La tasa de bocado será mucho menor que en pasturas homogéneas, probablemente no más de 30 a 40 bocados por minuto. En algunos

casos caminaran de un parche de pasto a otro, pero en otros casos toman los bocados de forma intermitente, moviéndose de forma aleatoria (Hodgson, 1990).

La lengua de los vacunos es una herramienta importante a la hora de tomar los bocados, y gracias a ésta es posible aumentar el área efectiva por bocado, siendo para un animal de 200 kg de PV de 77 cm², lo cual equivale a más del doble de los 32 cm² que representan el área por bocado si se consideran únicamente los incisivos. La lengua es menos efectiva en pasturas de poca altura y el área de los bocados puede disminuir (Barnes et al., 2003).

Según Di Marco y Aello (2003) es posible considerar para la mayoría de los sistemas de producción que los vacunos caminen entre 3 a 5 horas, recorriendo una distancia entre 2 a 8 km.

El tiempo de pastoreo, medido como las horas del día que los animales dedican a dicha actividad, según Barnes et al. (2003) no sobrepasa las 12 a 14 horas por día, debido al tiempo necesario para la rumia y actividades sociales e individuales. El tiempo de pastoreo máximo según Erlinger et al., citados por Di Marco y Aello (2003) no supera las 10 horas por día, mientras que Aello y Gómez, citados por Di Marco y Aello (2003) establecen que dependiendo de la estación del año, el tiempo de pastoreo oscila entre 9 a 10 horas por día con variaciones entre tiempo de pastoreo diurno y nocturno, aumentando este último en la medida que disminuye el fotoperiodo.

La mayor actividad de pastoreo ocurre durante las horas de luz en climas templados, aunque cortos periodos de pastoreo nocturno son comunes. Generalmente existe un periodo de actividad ruminal después de cada período de pastoreo, pero la mayoría de la rumia ocurre durante la noche (Hodgson, 1990). En general los bovinos muestran una frecuencia diaria de tres a cinco eventos de pastoreo (Gibb et al., citados por Gregorini, 2007). Independientemente de esta frecuencia, el evento más largo y de mayor intensidad (indicada aquí como tasa de consumo en gramos de materia orgánica de pasto por minuto) ocurre al atardecer (Gregorini et al., citados por Gregorini, 2007). Según Arnold (1981) los mayores periodos de pastoreo son después del amanecer y cercanos al atardecer.

La composición química (proteína y carbohidratos solubles) del pasto a lo largo del día (desde el amanecer al atardecer) presenta variaciones (Barnes et al. 2003, Mayland et al., Burns et al., Gregorini et al., citados por Gregorini 2007), y estos cambios pueden ser diferentes entre periodos del año (Van Vuuren et al., citados por Elizalde, 2001). Estas variaciones están dadas principalmente por pérdida de humedad, aumento en la concentración de azúcares, [carbohidratos no estructurales, (fotosintatos)] y reducción en la concentración de fibra. Esto resulta en un aumento de la digestibilidad y concentración energética del pasto al atardecer (Barnes et al. 2003, Burns et al., Gregorini et al., citados por Gregorini 2007). Por lo tanto, si se busca realizar con mayor eficiencia el consumo y utilización de nutrientes aportados por el pasto, incrementar el consumo de pasto al atardecer constituiría un camino para

lograrlo. De esta forma, se mejoraría la performance animal y se utilizarían de forma más eficiente los nutrientes aportados por el pasto (Gregorini, 2007).

En un ensayo realizado con vaquillonas a una AF de 6%, Gregorini et al., citados por Gregorini (2007) reportaron que las vaquillonas que accedían a la nueva franja a las 15:00 hs pastoreaban por más tiempo y más intensamente al atardecer, en comparación con las vaquillonas que ingresaban a la nueva franja a las 07:00 hs. El autor señala que dicho comportamiento puede estar relacionado a un menor llenado ruminal durante la mañana, con lo cual las vaquillonas experimentaban una mayor sensación de hambre previo al ingreso a la nueva franja. Como consecuencia de este cambio en el patrón de pastoreo se incrementó la ganancia diaria de peso vivo en 0,1 kg a favor del ingreso en la tarde a la nueva franja. Estos resultados no solo se deben al aumento en intensidad y tiempo de pastoreo al atardecer, sino que también a la variación química del pasto durante el día (Gregorini et al., citados por Gregorini, 2007). Este tipo de manejo del pastoreo permite incrementar el aporte de nutrientes, tanto consumidos como digeridos para un mismo nivel de consumo diario de forraje (Gregorini, 2007). A su vez, cuando el pastoreo es manejado en franjas diarias, la mayor actividad de pastoreo se produce en las primeras horas posteriores al ingreso de la nueva franja; mientras que en franjas de mayor número de días la mayor actividad se desplaza hacia las horas de la tarde (Judd et al. 1994, Gregorini et al. 2006).

2.2.4. Ambiente

Uruguay presenta condiciones de clima templado y existe potencial de estrés calórico en los animales en pastoreo durante el verano de acuerdo al Índice de Temperatura y Humedad Relativa (ITH) descrito por Wiersama, citado por Rovira y Velazco (2007); por lo que el acceso a sombra y agua durante las horas de mayor temperatura reducirá la proporción de la energía destinada a mantenimiento, aumentando la energía metabólica disponible para ganancia de peso.

Rovira y Velazco (2007) trabajando con novillos en pastoreo en la región de Lomadas del Este reportaron que los animales estuvieron expuestos un 46% del tiempo (739 horas) a algún grado de estrés calórico en el periodo 04/01/07 – 12/03/07 (1622 horas)

2.2.4.1. Efecto del estrés térmico sobre el consumo en pastoreo y requerimientos para mantenimiento

Las condiciones climáticas bajo las cuales se encuentran los herbívoros en pastoreo, tienen una gran influencia en el consumo de forraje. Cada especie de herbívoro tiene su propia zona de confort, con niveles de temperatura máximos y mínimos. Esta zona de confort se conoce como zona termoneutral (en adelante ZTN) y mientras la temperatura se mantiene dentro de este rango el consumo no se ve afectado. Conforme la temperatura del día y la humedad relativa aumentan, los

animales pastorean más tiempo durante la noche y cuando la temperatura excede los límites máximos de la ZTN, se reduce el consumo. La magnitud de dicha reducción es influenciada por el enfriamiento durante la noche (Lyons et al., 2001).

Las altas temperaturas durante el verano afectan negativamente el balance energético de los animales debido también a que se incrementan los requerimientos de mantenimiento (NRC 1996, Simeone y Beretta 2005). Dicho incremento se estima en 7% cuando el animal se encuentra jadeando levemente, mientras que si el jadeo se produce con la boca abierta, el incremento en los requerimientos de mantenimiento se estima en un 18% (NRC, 1996).

Según Giraudó (2003), la disminución de las horas de pastoreo durante el verano está ligada estrechamente a la temperatura (estrés calórico). Cuando la temperatura máxima sobrepasa los 27°C, el ambiente se torna un factor estresante para los animales, determinando la búsqueda de sombra y agua, y un mayor gasto de energía para compensar el calor.

Además del efecto ejercido sobre el consumo y los requerimientos energéticos para mantenimiento, “una menor exposición al sol del ganado durante las horas más calurosas trae aparejados beneficios desde el punto de vista sanitario, ya que el sistema inmunitario de los animales puede verse afectado bajo condiciones de estrés calórico” (Rovira y Velazco, 2007).

2.2.4.2. Efecto de la temperatura sobre la calidad del forraje

Debido a que la temperatura es el principal factor ambiental que regula el ritmo de desarrollo de las plantas, el proceso de envejecimiento de las hojas es progresivamente más corto en la medida que las temperaturas aumentan. De esta manera, la temperatura ambiente contribuye a la calidad del forraje, determinando que cuando el crecimiento se da bajo altas temperaturas la calidad es menor y como ejemplo se puede citar el menor porcentaje de hojas, y la mayor concentración de fibra y de lignina, esta última provocada por la mayor deposición de lignina que ocurre a altas temperaturas. Además cuando el crecimiento ocurre con temperaturas frescas se logra una mayor acumulación de azúcares y carbohidratos no estructurales (Barnes et al., 2003).

El efecto de la temperatura es uniforme en todas las especies estudiadas (Van Soest, citado por Parsi et al., 2001). Según Denium, citado por Parsi et al. (2001) por cada grado Celsius de aumento de temperatura hay una disminución de 0,5 unidades de digestibilidad. Este efecto observado en temperaturas elevadas es atribuido a que la temperatura promueve una mayor lignificación de la pared celular.

2.3. FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LA PRODUCCION ANIMAL EN PASTOREO

Los factores de manejo del pastoreo que influyen en la utilización de las pasturas son principalmente: carga animal y sistema de pastoreo, así como su interacción en relación al forraje disponible y la ganancia diaria. La comprensión de las interacciones entre carga animal y sistema de pastoreo es importante para determinar no solamente la producción animal sino también el manejo de las especies forrajeras (Paladines et al., 1982).

2.3.1. Intensidad de pastoreo

La intensidad de pastoreo puede ser regulada según la relación animal/forraje establecida.

La carga ha sido definida por Mott (1960), como el número de animales por hectárea sin tener en cuenta la cantidad de forraje disponible, a diferencia de la presión de pastoreo, la cual es definida como el peso de forraje por unidad de área. Hodgson (1990), considera a la primera (carga) como la relación que se obtiene en un periodo de tiempo substancial, mientras que la segunda (presión de pastoreo), se refiere a un instante dado.

Según Cangiano (1996), la carga óptima puede ser definida como la que maximice la cosecha de energía y la eficiencia de conversión del forraje producido por una pastura determinada, en forma sustentable en el tiempo.

2.3.1.1. Efecto de la carga sobre la producción de forraje

Para aumentar la producción de forraje y obtener incrementos significativos en la producción animal, se debe conocer el modelo básico de crecimiento y desarrollo de las plantas forrajeras, los procesos internos que lo regulan y de qué manera son afectados por el medio ambiente (Carámbula, 1996).

A modo de caracterizar la producción estacional de una pradera compuesta por festuca, trébol blanco y lotus de segundo año, se presenta a continuación el siguiente cuadro.

Cuadro 2: Producción estacional de una pradera de festuca, trébol blanco y lotus de segundo año y sus digestibilidades

	Producción		Digestibilidad
	tt MS/ha	% del total	%
Otoño	2	22	67
Invierno	1,8	20	74
Primavera	3,8	43	70
Verano	1,4	15	60

Fuente: elaborado en base a García, tomado de Leborgne (1984).

La eficiencia de utilización del forraje hace referencia a la eficiencia de cosecha del pasto producido, la cual depende del consumo por hectárea que logren realizar los

animales, estando en relación directa con la presión de pastoreo (Mott, 1960). Dentro de las diferentes estrategias de manejo que dispone el productor, aumentar la eficiencia en la utilización del forraje producido es la de mayor peso relativo sobre la producción animal (Cangiano, 1996). Ver Cuadro 3.

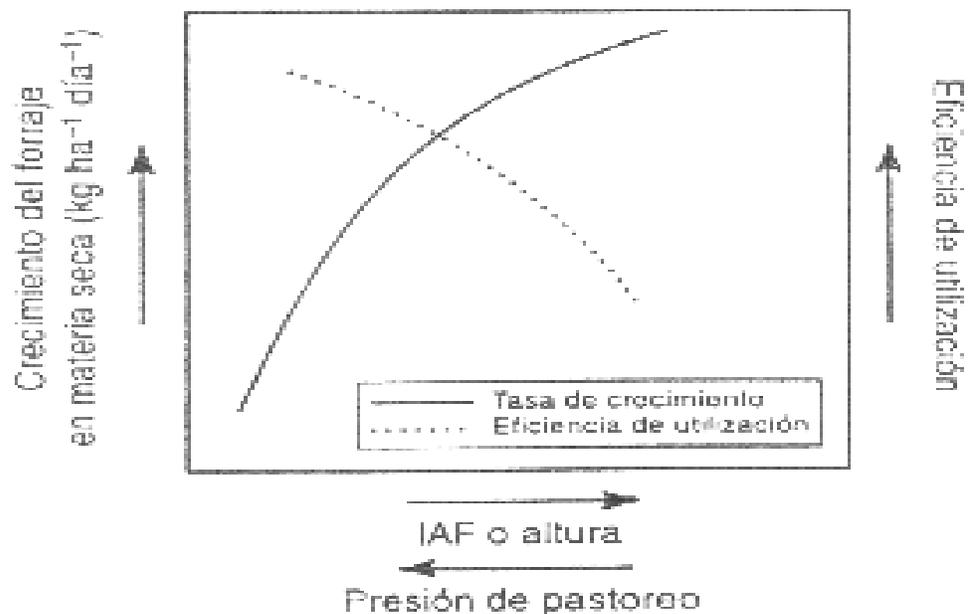
En el Cuadro 3 se presentan los rangos de eficiencia de los procesos en un sistema pastoril, destacándose la baja eficiencia que presenta la producción de forraje así como la conversión en producto animal.

Cuadro 3: Eficiencia de los procesos en un sistema pastoril

Proceso	Rango de eficiencia	Cociente de energía
1- Producción de forraje	0,02 a 0,04	Producción de forraje/radiación interceptada
2- Utilización del forraje	0,4 a 0,8	Forraje consumido/forraje producido
3- Conversión en producto animal	0,07 a 0,15	Producto animal/ forraje consumido

Fuente: Hodgson, tomado de Cangiano (1996).

Aumentar la presión de pastoreo (disminución de la AF) permite aumentar la eficiencia de cosecha del forraje (Figura 2), pero como estaría implicando una disminución del índice de área foliar (IAF) remanente y consecuentemente una menor intercepción de luz, la eficiencia de producción de forraje disminuye (Smethan, citado por Cangiano, 1996).



Fuente: Hodgson (1990).

Figura 2: Relación entre la tasa de crecimiento y la eficiencia de utilización con la presión de pastoreo, la altura y el IAF de la pastura

Luego de la defoliación de una pastura, la tasa de fotosíntesis se ve reducida de forma drástica, determinando que la respiración pueda inicialmente exceder la captación de CO_2 . Esto resultaría en pérdidas netas de biomasa hasta que se produzcan nuevas hojas a partir de las reservas. No obstante esto, la capacidad de las reservas para sostener el crecimiento del nuevo tejido es limitada. En esta situación la acumulación de MS dependerá de la capacidad de la pastura para restablecer un área foliar que permita una fotosíntesis neta positiva, tarea que es favorecida cuando las defoliaciones son menos severas (Parsons y Chapman, citados por Bianchi, 2006).

Pastoreos muy severos afectan el rebrote, cuando la masa de forraje cae por debajo de 600 – 800 kg MS/ha por acción del pastoreo, disminuye la producción de la pastura debido a una caída brusca en la fotosíntesis, lo cual es consecuencia de la escasa área foliar remanente (Carámbula, 1996).

Por otro lado, a medida que aumenta la AF se incrementa la cantidad de material senescente y en descomposición y en consecuencia de ello se obtiene un forraje de menor calidad (Hernández et al., citados por Mena et al., 2007). Al aumentar la misma (AF) hay mayor cantidad de forraje residual (post-pastoreo), particularmente tallo y material senescente (Grant et al., Hodgson, Avendaño et al., citados por Mena et al., 2007).

Según Parson et al., citados por Cangiano (1996), para lograr la máxima producción por hectárea, se debe evitar una defoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura, pero que a su vez, sea lo suficientemente intensa como para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia.

Según Fernández (1999), está demostrado que aquellos sistemas que hacen un uso más intensivo del forraje producido con una utilización mayor y en el momento adecuado tienden a mantener producciones de forraje más altas. Sistemas con baja carga y con un pobre manejo de la pastura donde quedan muchos remanentes luego

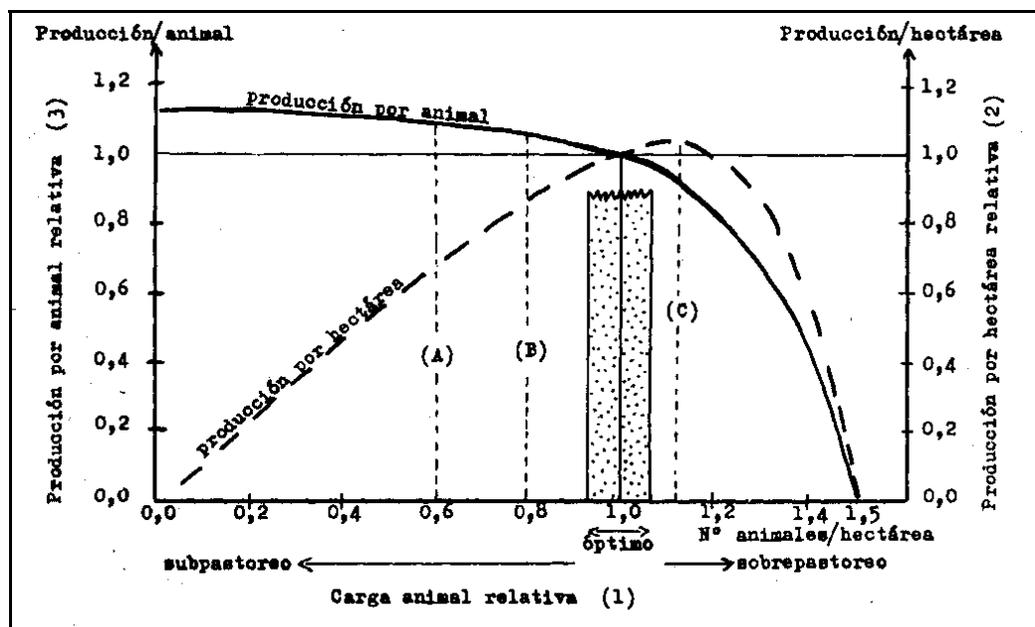
del pastoreo con abundancia de restos secos muestran patrones más acelerados de degradación de las pasturas.

2.3.1.2. Efecto de la carga sobre la ganancia media diaria

Cuando se aumenta la carga de un sistema pastoril, buscando obtener una mayor eficiencia de utilización del forraje, se debe tener en cuenta que este no debería implicar un consumo tan bajo por animal (por disminución en la cantidad de forraje que cada individuo obtiene al aumentar la carga), que termine afectando en demasía la ganancia individual. Esta disminución por animal, es compensada por el incremento en producción por unidad de superficie, pero, a medida que la carga sigue aumentando, la disminución de la ganancia por animal es de tal magnitud que también comienza a limitar la producción por hectárea (Mott 1960, Heitschmidt y Taylor, citados por Cangiano 1996). Es decir, el incremento de la carga animal aumenta en un principio la producción/ha al aumentar la eficiencia de cosecha de forraje, pero esa ventaja debe ser evaluada frente a la reducción en la ganancia por animal (Cangiano, 1996).

La menor ganancia de peso por animal obtenida con altas cargas animales se debe en parte a una disminución en la AF (Mott, citado por Mena et al., 2007) y de la masa de forraje presente (Hardy et al., citados por Mena et al., 2007). Así, hay menor oportunidad de selección de forraje y, en casos extremos, un consumo inadecuado del mismo (Hernández et al., citados por Mena et al., 2007). Respecto de esto, 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 (Wade, citado por Cangiano, 1996). 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 puedan tener sobre el crecimiento de la pastura o sobre el valor nutritivo de la dieta (Cangiano, 1996).



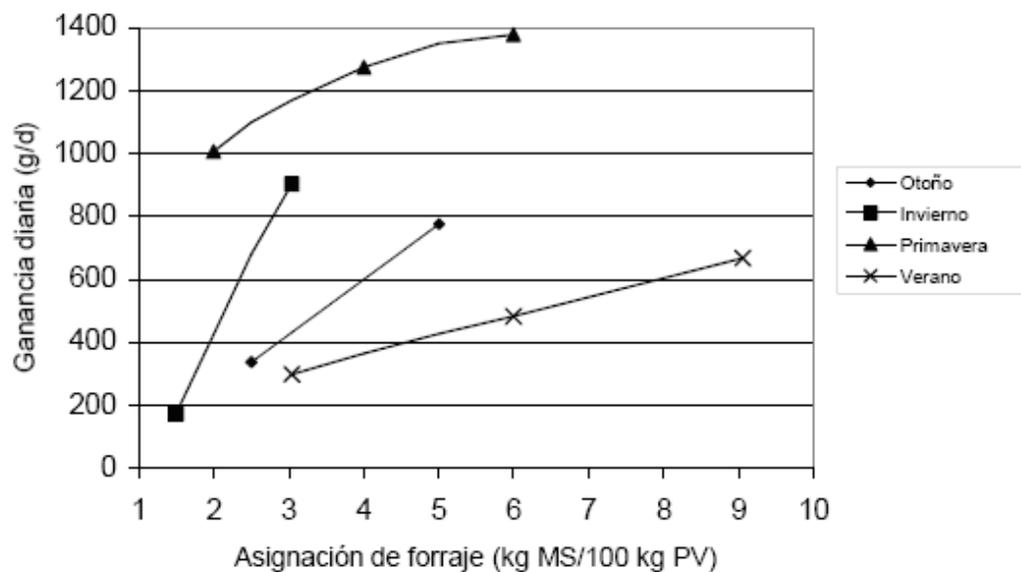
Fuente: Bavera y Bocco (2001).

Figura 3: Curva de Mott

En la figura 3, se aprecian las diferentes relaciones existentes entre la carga animal, la AF y la producción individual y por ha. Cuando la carga animal/ha es baja, se desaprovecha la pastura, provocando una baja producción/ha pero una elevada producción por animal, dado por un aumento en el consumo y una mayor selectividad, obteniendo una mejora en la calidad de la dieta. Cuando se utilizan altas cargas/ha

(luego de la carga óptima), se produce un sobrepastoreo y disminuye el consumo por animal y la posibilidad de seleccionar los forrajes más nutritivos, provocando una abrupta caída en la producción por animal y por ha.

Simeone y Beretta (2004) trabajando con novillos Hereford pastoreando praderas y verdeos cuantificaron la respuesta en GMD según el nivel de AF para las diferentes estaciones del año (ver Figura 4). El verano constituyó la estación con menor respuesta en GMD ante variaciones en la AF (b - menor pendiente). Cortazzo et al. (2007), trabajando sobre praderas permanentes durante el verano reportaron que el aumento en la AF, de 6% a 12% incrementa el consumo de MS, sin embargo ese mayor consumo no se vio reflejado en una mejor performance animal. Invernizzi et al. (2007) reportaron para el invierno, un efecto significativo ($P < 0,0001$) y positivo de la AF sobre la GMD, donde los animales manejados al 5% del PV fueron significativamente más pesados que al 2,5% del PV, bajo una misma disponibilidad de forraje por unidad de superficie, mientras que Fariello y Pérez (2008) reportaron el mismo efecto sobre la GMD para el otoño.



Fuente: Simeone y Beretta (2004).

Figura 4: GMD de novillos Hereford pastoreando a diferentes AF sobre verdeos y praderas en distintos momentos del año

2.3.2. Sistemas de pastoreo

Los sistemas de pastoreo integran componentes del animal, planta, suelo, ambiente, manejo y otros factores con el objetivo de lograr metas específicas. Cuando las plantas y los animales son manejados dentro de un sistema, su respuesta y comportamiento pueden diferir del observado cuando son manejados independientemente. Esto se debe a que cada pieza del sistema se comporta como consecuencia de su relacionamiento con las otras partes del mismo. Este fenómeno se puede observar en la performance individual (Barnes et al., 2003).

Según el mismo autor, diseñar un sistema de manejo del pastoreo que asegure una adecuada oferta diaria de forraje para cada animal por largos periodos es un verdadero desafío, ya que las especies forrajeas difieren en sus estaciones de crecimiento y uso, mientras que los animales lo hacen en sus requerimientos nutricionales.

Según Giordani (1973) se pueden mencionar diferentes métodos de pastoreo:

- Continuo: los animales permanecen en las pasturas durante todo el año, o al menos por un periodo relativamente prolongado (3 a 4 meses). Este pastoreo puede realizarse con carga fija, donde la presión de pastoreo fluctúa constantemente, o variable, donde se ajusta la carga siguiendo las fluctuaciones en la producción de forraje.
- Rotativo o intermitente: donde se intercala un periodo de descanso entre pastoreos. La intensidad o categoría de pastoreo rotativo se define por:
 - i. Frecuencia de defoliación, lapso de tiempo que transcurre entre dos cortes sucesivos de la misma parte de la pastura.
 - ii. Intensidad de defoliación, representada por la altura de corte a la que se someterá la pastura
 - iii. Tamaño de los lotes, donde con lotes mas pequeños es posible lograr una cosecha más uniforme

- iv. Rigidez o flexibilidad del método, haciendo referencia al orden de rotación entre los distintos lotes, al tiempo de ocupación y al tiempo de descanso en las distintas estaciones del año
- v. Tipo de hacienda
 - Mixto: implica el aprovechamiento simultaneo del mismo lote con animales de distinto tipo (vacunos y lanares).
 - Pastoreo preferencial (Creep-grazing): permite el acceso de la cría a un área de la pastura a la cual no puede acceder simultáneamente la madre.
 - Pastoreo diferido: resulta de dejar empastar un potrero y luego utilizarlo por un periodo relativamente largo (2 a 3 meses). El aprovechamiento de este tipo de pastoreo puede realizarse por franjas o permitiendo el acceso de los animales al total del área diferida (menor eficiencia en el aprovechamiento).
 - Pastoreo mecánico o cero-pastoreo: los animales no tienen acceso a la pastura, el forraje es cortado y suministrado al animal. Este puede ser permanente o temporario.

Dentro de pastoreo rotativo, Giordani (1973) indica que pueden definirse tres categorías:

1. Pastoreo alternado: con tiempos de ocupación largos (más de 15 días).
2. Pastoreo rotacional: los tiempos de ocupación son de 5 a 12 días. El cambio de lote se decide en función del forraje remanente.

3. Pastoreo en franjas: los tiempos de ocupación son cortos, desde pocas horas hasta 2 días.

No existe un método de pastoreo universalmente mejor que otro (Cangiano 1996, Barnes et al. 2003) y cada uno ha sido diseñado para lograr objetivos específicos (Barnes et al., 2003). Pasturas de regiones templadas, como raigras perenne, festuca, pasto ovillo, etc. y leguminosas de tipo estolonífero, manejadas con cargas bajas, es posible que, tanto el pastoreo continuo como el intermitente, puedan ser aplicados eficientemente, sin una superioridad muy clara de uno sobre otro. Sin embargo, con cargas altas y especies poco plásticas, el pastoreo intermitente tiene ventajas, tanto en producción como en persistencia de la pastura, las que finalmente se reflejan en la producción animal (Cangiano, 1996). Esto concuerda con lo expresado por Barnes et al. (2003), quienes señalan que el pastoreo rotativo es particularmente útil para aquellas especies que se benefician por un periodo de descanso como la alfalfa.

El método de pastoreo utilizado interacciona con la carga animal (Mc Meekan y Walshe, Conway, citados por Cangiano, 1996). En los experimentos realizados por dichos autores muestran que con una carga animal baja, el pastoreo continuo produjo mayor ganancia por animal que el pastoreo rotativo. Por el contrario, con la carga animal más alta hubo ventajas para este último tipo de manejo, ya que la disminución en la ganancia individual con el aumento de carga fue menor con el pastoreo rotativo. Resultados similares fueron obtenidos por Bransby, citado por Cangiano (1996), con centeno y raigras anual.

En pastoreo continuo los vacunos tienen la posibilidad de realizar una mayor selección de forraje, pastoreando aquellas especies de mayor palatabilidad, las cuales son re pastoreadas a su rebrote, provocando cambios en la composición botánica y por lo tanto una caída en la calidad de la pastura. Al mismo tiempo las especies no pastoreadas pierden calidad debido a la deposición de compuestos menos digestibles, lo cual lleva a una pérdida de calidad generalizada (Rodríguez, 2005). Respecto a esto, Bertelsen et al. (1993) señalan que las vaquillonas manejadas con pastoreo continuo realizaron una mayor selección del forraje en comparación con aquellas bajo pastoreo rotativo. A su vez, encontraron que el forraje pastoreado de forma continua presentaba mayores valores de FDN, FDA y una menor concentración de PC que aquel pastoreado en franjas. Además establecen que con pastoreo continuo se obtiene una composición similar de la pastura antes y después del pastoreo, mientras que en el pastoreo rotativo, la calidad del forraje desciende a medida que avanza el tiempo de ocupación en la franja.

Según Fernández Ridano (2005), el pastoreo continuo tradicional sólo admite cargas que generalmente no llegan a una unidad ganadera por hectárea, y que con bajas cargas el ganado come bien a expensas de la selección del pasto más palatable, caminando permanentemente, distribuyendo mal sus deyecciones y aprovechando solo el 20% del pasto disponible. A su vez, dicho autor señala que el pastoreo racional intensivo o pastoreo racional Voisin, basado en el aprovechamiento del forraje y en los cambios diarios de parcela permite multiplicar la carga animal por hectárea. De esta

manera, el ganado camina menos, evitando el pisoteo excesivo y ahorrando calorías para su propio engorde y reparte mejor sus deyecciones. También se logra un mejor aprovechamiento de la pastura por la menor selección por palatabilidad, permitiendo un mejor equilibrio entre las especies forrajeras y un control más eficiente de las especies no deseables. Con respecto a esto, Bertelsen et al. (1993) establecen que la carga en los experimentos con pastoreo rotativo fue 42% superior (1,28 Vaq/ha) que con el pastoreo continuo y dado que no hubieron diferencias en la GMD (kg/a/día), permitió obtener una mayor ganancia por hectárea ($P>0,05$).

En términos generales, los sistemas rotativos ofrecen ventajas sobre el pastoreo continuo. Las mismas derivan básicamente de la posibilidad de realizar un mejor manejo de la AF diaria, fundamentalmente cuando se trabaja a altas cargas (Ustarroz et al., 1998). Sin embargo, Whittier y Shmidt, citados por Bertelsen et al. (1993) demostraron que el pastoreo rotativo puede disminuir la performance animal, otorgándole dichos resultados a la cantidad de forraje disponible hacia el final del pastoreo de la franja.

Dentro de cada rodeo existen jerarquías de dominancia social y la posición que ocupa cada animal está determinada por la raza, el tamaño, la edad, el sexo y la presencia de cuernos. Dicha jerarquía puede variar cuando se introducen nuevos animales dentro del lote o por enfermedad y/o envejecimiento de los animales presentes. A su vez, el sistema de pastoreo y el número de animales que integran un lote afectan el comportamiento social (de Elía, 1997).

2.3.2.1. Frecuencia de cambio de franja

Según Fernández (1999), numerosos resultados de investigación demuestran que incrementando la frecuencia de cambio de franja se logra aumentar el porcentaje de utilización de las pasturas y mantener una mayor y más homogénea calidad del forraje consumido. Así, al aumentar la frecuencia de CF de pastoreo (desde 14 días de permanencia en la pastura a sólo un día), se logra evitar la selectividad por parte del animal, logrando obtener mayores ganancias individuales debido a una mejora en la calidad de la pastura consumida. La mayor calidad esta determinada por una digestibilidad más homogénea y estable del forraje cuando el tiempo de ocupación es breve. En contraposición, cuando se utilizan periodos prolongados dentro de la franja, la digestibilidad hacia el final del mismo desciende de forma tal que compromete el comportamiento individual; el cual no es compensado por la mayor ganancia que pueda obtenerse al principio del mismo. Este efecto es mayor a medida que el tiempo de permanencia en la franja aumenta, particularmente a niveles de restricción severos. A su vez, periodos prolongados de ocupación (14 días) implican una baja frecuencia de rotación, determinando que la pastura acumule restos secos y pierda calidad.

Vaz Martins (1997) establece que al utilizar largos periodos de permanencia dentro de la franja, cuando los animales ingresan a la misma se produce un elevado consumo de forraje, para luego disminuir a medida que transcurren los días. Esto produce un aporte importante de nutrientes al comienzo del período, el cual disminuye

a medida que transcurre el tiempo de ocupación. Un efecto similar ocurre con el llenado del rumen teniendo como consecuencia una disminución en la eficiencia de utilización del forraje consumido. A medida que aumenta la frecuencia de cambio hacia la franja diaria, los animales tienen acceso a una cantidad constante de forraje, lo cual determina una mayor eficiencia de utilización de los nutrientes y por ende un mejor comportamiento.

En un ensayo realizado en la E.E.A. Concepción del Uruguay del INTA sobre una pastura de alfalfa pura se obtuvieron eficiencias de utilización 25% mayores al comparar cambios de franja diarios y semanales (69% vs. 44% respectivamente), sin alteraciones en la producción anual de forraje (Sevilla y Pasinato, 2004).

Kloster et al. (2000) trabajando con dos frecuencias de CF (2 y 7 días) reportaron que la GMD durante otoño – invierno fue significativamente ($P < 0,05$) mayor en el tratamiento de menor frecuencia de rotación, pero al considerar el promedio anual, la performance animal no presentó diferencias significativas ($P < 0,01$) entre ambas frecuencias de rotación. A su vez, Schlegel et al. (2000) trabajando con cuatro sistemas de pastoreo, uno con cuatro parcelas y otro con trece parcelas, ambos manejados con alta y baja carga, reportaron que la disminución en el tiempo de ocupación de las parcelas (de 12 a 3 días, al pasar de cuatro a trece parcelas) no incrementó la GMD (kg/a/d) de los novillos. Los mismos autores señalan que aumentar el número de parcelas puede incrementar la utilización de la pastura y la ganancia de peso cuando la masa de forraje presente es limitada y la carga utilizada es alta.

Dumestre y Rodríguez (1995) trabajando con novillos Hereford de 250 kg de PV a altas cargas (AF 1,5 % PV) y sobre dos bases forrajeras diferentes reportaron efectos diferenciales de la frecuencia de CF sobre la GMD, según la calidad de la pastura utilizada. Durante el invierno, cuando la pastura es de menor calidad (48% DMO), la frecuencia de rotación diaria presentó ganancias de peso superiores (0,191 kg/a/día) frente a los animales rotados cada 3 y 4 días (0,015 kg/a/día), aunque dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$). En cambio, cuando la pastura utilizada (Festuca, Trébol blanco y Lotus) es de buena calidad (60% DMO) el cambio de franja diario (0,394 kg/a/día) presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) respecto de los tratamientos rotados cada 7 (0,104 kg/a/día) y 14 días (0,093 kg/a/día), mientras que el tratamiento rotado cada 3 y 4 días alternadamente (0,258 kg/a/día) no presentó diferencias significativas con los restantes tratamientos.

Bavera y Bocco (2001) reportaron que en los sistemas de pastoreo para el engorde de novillos, con cambio de franja diaria, la ganancia de peso vivo y por hectárea, no presentó diferencias estadísticamente significativas en comparación con aquellos sistemas que son rotados con menor frecuencia. Resultados similares fueron reportados por Ustarroz et al. (1998), quienes establecen que respecto al tiempo de permanencia de los animales por parcela, experiencias realizadas en la EEA Marcos Juárez utilizando verdeos de invierno, no mostraron diferencias en ganancias de peso diario y productividad de carne/ha entre un sistema de 8 subdivisiones y 7 días de

ocupación por parcela, comparado con otro de 28 parcelas con cambios de franja cada 48 horas.

Invernizzi et al. (2007) trabajando sobre una pradera de festuca, trébol blanco y lotus, con terneros Hereford durante el invierno, a dos AF diferentes (2,5 y 5% del peso vivo) y tres frecuencias de CF (diaria, tres/cuatro días y semanal) concluyen que la frecuencia de CF no provoca un efecto significativo en el CMS, ni en la performance animal; siendo esta respuesta independiente del nivel de AF. A su vez Fariello y Pérez (2008) trabajando con novillos y vaquillonas Hereford de 283 kg de PV en las mismas condiciones tampoco encontraron diferencias en la GMD según la frecuencia de CF para el otoño.

Berteslen et al. (1993) trabajando con vaquillonas sobre pasturas mezcla de alfalfa, festuca y orchadgrass y diferentes técnicas de pastoreo (continuo y rotativo con 3 y 6 días de permanencia en la franja y 30 días de descanso) no encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la GMD (kg/a/día) y establecen que los resultados obtenidos concuerdan con los trabajos realizados por otros autores.

En un trabajo realizado en la EEA del INTA Rafaela durante los meses de febrero y marzo de 2002 se midió sobre una pastura de alfalfa (cultivar Monarca) la respuesta productiva y el comportamiento ingestivo de vacas lecheras (553 kg de peso vivo) con acceso restringido a sombra para dos alternativas de pastoreo rotativo en franjas diarias, las cuales consistieron en franja entera y franja horaria (franja entera

dividida en 5 sub-franjas). Los resultados muestran que no existieron diferencias significativas ($P>0,05$) entre las dos alternativas de pastoreo evaluadas para la producción y composición química de la leche, determinando que alternativas de utilización más intensivas que el pastoreo rotativo en franjas diarias no presentan ventajas en la respuesta de vacas lecheras (Cameron et al., 2002).

Un pastoreo rotativo bien manejado puede aumentar la producción/ha de carne con similares ganancias entre animales comparado con el pastoreo continuo. Un sistema de 6 parcelas en el que cada parcela se pastorea por 6 días y descansa por 30 días fue suficiente para soportar este mayor nivel de producción. Aumentar el número de parcelas de 6 a 11 no mejoró la ganancia diaria por hectárea y requirió más trabajo para el diseño y construcción de cada parcela (Berteslen et al., 1993).

Cuadro 4: Efecto de la frecuencia de cambio de franja sobre la performance animal, resumen de varios autores

Categoría	Pastura	AF (%PV)	CF (días)	UF (%)	GMD (kg/a/d)	Estación	Fuente	
Novillos	Alfalfa, Festuca y Cebadilla		2	61	0.54	Anual	Kloster et al. (2000)	
			7	60	0.55			
Novillos Holstein (243 kg)	Alfalfa (WL225)	4,5 (*5,3)	12 3		0.60 0.70	Verano '89	Schlegel et al. (2000) (**)	
		1,8 (*10,5)	12 3		0.21 0.16	Verano '89		
		5,4 (*5,3)	12 3		0.91 0.98	Verano '90		
		2,2 (*10,5)	12 3		0.55 0.62	Verano '90		
		6,8 (*5,3)	12 3		0.89 0.87	Verano '91		
		4,45 (*7,9)	12 3		0.80 0.82	Verano '91		
		(*5,3)	12 3		0.97 1.02	Verano '92		
		(*7,9)	12 3		0.74 0.74	Verano '92		
Novillos y Vaquillonas Hereford (283 kg)	Festuca, TB y Lotus (2 año)		1	53	0.78	Otoño '07	Fariello y Perez (2008)	
		2,5	3_4 7	53	0.78 0.80			
			1	33	0.96			
		5	3_4 7	33	1.06 0.83			
			1	33	0.83			
Novillos	Mezcla gramíneas - leguminosas	1,8	1	80	0.81	Otoño – Invierno	Fernández (1999)	
		1,8	4	70	0.55			
		1,8	7	50	0.22			
		1,8	14	50	0.20			
Novillos Hereford (253 kg)	Festuca, TB y Lotus (60 % DMO, 7.55% PC)		1	92	0.39	Invierno '94	Dumestre y Rodríguez (1995)	
		1,5	3_4 7	84 87	0.26 0.10			
			14	91	0.09			
	1,5	Raigrás y Trébol rojo (48 % DMO, 11% PC)		1	87	0.19		Invierno '94
			3_4	92	0.015			
			7	92	-0.005			
	14	93	-0.024					

Terneros Hereford (211 kg)	Festuca, TB y Lotus (2 ano)	2,5	1	67	0.71	Invierno '06	Invernizzi et al. (2007)
			3_4	68	0.70		
			7	75	0.75		
		5	1	62	1.03	Invierno '06	
			3_4	48	1.20		
			7	59	1.15		

(*) - Carga en novillos por hectárea. AF (%PV) estimada.

AF: Asignación de forraje; CF: Cambio de franja; UF: Utilización de forraje; GMD: Ganancia media diaria; TB: Trébol blanco; DMO: Digestibilidad de la materia orgánica; PC: Proteína cruda.

(**) - Ver anexo 5 por cálculos de estimación de AF (%) para Schlegel et al. (2000).

Observando la información presentada en el cuadro 4 se aprecia que durante otoño e invierno, a bajas AF (hasta 1,8 %) la GMD es mayor en los cambios de franja diarios y la misma disminuye a medida que aumenta el tiempo de permanencia en la franja, desde 1 hasta 14 días. También se observa que al aumentar la AF (2,5 y 5 %) las GMD son mayores (0,75 y 1,04 kg/día respectivamente), cambiando la relación entre la frecuencia de cambio de franja y la GMD, manteniéndose ésta última prácticamente igual desde 1 a 7 días de ocupación.

Durante el verano se observa también que al aumentar la AF (disminuir la carga medida como novillos por hectárea) la GMD aumenta y que dentro de una misma carga las GMD son similares para las distintas frecuencias de cambio de franja (3 y 12 días).

2.3.3. Encierro con sombra y agua

La sombra tiene la capacidad de reducir los efectos de las temperaturas elevadas al disminuir la radiación solar directa captada por los animales (Rovira, 2002).

Ensayos realizados en la Unidad Experimental Palo a Pique cuantificaron que los novillos con acceso libre a sombra pastoreando sudangras registraron una ganancia de peso 14% superior que los novillos sin acceso a sombra durante los veranos de 2003/2004 y 2007/2008 (Rovira y Velazco, 2007).

Simeone y Beretta (2005) en la Región Norte del país, trabajando con novillos sobre pasturas mejoradas durante los veranos de 2002/2003 y 2004/2005, reportaron una diferencia promedio de 285 gramos por día a favor de los animales con acceso a sombra durante las horas de más calor y que dicha diferencia es aún más marcada a bajas AF (355 g/día). Además señalan que independientemente de la diferencia en la ganancia diaria de los animales, la restricción en el tiempo de acceso a la pastura no afectó la utilización de la misma, lográndose porcentajes de utilización similares para los tratamientos con y sin acceso a sombra.

Becoña y Casella (1999) trabajando con terneras en la Estación Experimental de Salto (Facultad de Agronomía, UDELAR) reportaron diferencias de ganancia de peso a favor de los animales con acceso voluntario a sombra de 0,14 kg/a/d y de 0,12

kg/a/d para las razas Holando y Hereford respectivamente. A su vez, Cortazzo et al. (2007), trabajando con novillos Hereford durante el verano en la EEMAC (Facultad de Agronomía, UDELAR) reportaron que el uso de encierro con sombra y agua durante las horas de mayor temperatura (10:00 a 17:00 horas) generó una mejora en la performance animal de 0,179 Kg./a/día (0,865 vs. 0,687 Kg./a/día), lo cual representa una ganancia 26% mayor a favor de los animales encerrados y que esto se tradujo en una mejora en la producción de carne del orden de 24%. Los autores atribuyen esta mejor performance al hecho de que los animales encerrados no presentaron diferencias en el consumo de MS realizado respecto de los animales en pastoreo libre, compensando el menor tiempo de pastoreo con una mayor tasa de bocados y a la reducción en los requerimientos de mantenimiento de los animales con encierro, asociado esto último al menor estrés calórico y al menor costo de cosecha dado el menor tiempo de pastoreo. Estos autores concluyen su trabajo con la afirmación de que la restricción en el tiempo de pastoreo (entre las 10:00 y las 17:00 horas) a novillos en crecimiento pastoreando pasturas sembradas durante la época estival mejora significativamente la performance animal con respecto al pastoreo libre y que dicha mejora es independiente del nivel de AF a la cual pastoreen.

En contraposición a esto, Adami et al. (2008) no encontraron diferencias en la GMD de novillos manejados en pastoreo libre y con encierro durante las horas de mayor radiación solar, trabajando a una asignación de forraje fija (6% PV), con y sin suplementación energética. Los autores atribuyen esta respuesta al muy buen estado

de la pastura y a las moderadas condiciones estresantes que presentó el verano en que fue llevado a cabo el experimento.

2.3.4. Pisoteo y deyecciones

En términos generales, para la mayoría de los países, se puede afirmar que el nitrógeno es el nutriente más limitante para el crecimiento de las plantas. Los rumiantes tienen un importante impacto en el ciclo del nitrógeno, especialmente en sistemas de producción animal intensiva, presentando una baja retención en producto animal (2,4% del peso vivo para vacunos y ovinos), un reciclaje concentrado en pequeñas áreas y un alto a medio potencial de pérdidas (Morón, 1994). Henzell y Ross, citados por Morón (1994) reportaron que el nitrógeno retornado en deyecciones (orina + heces) es como mínimo el 72% del nitrógeno ingerido.

Las deyecciones pueden destruir la vegetación por obstrucción y sombreado, además de provocar cambios en la composición de la pastura, debido al efecto asociado de la respuesta diferencial al cambio de la fertilidad y a la selección que realiza el animal por rechazo. Debido a esto, la acumulación de estiércol en el campo trae aparejado el problema de pérdida de área de pastoreo y un aumento en la acumulación de parásitos, pero para analizar el efecto de las deyecciones deben considerarse la cantidad de heces producidas, la frecuencia y distribución espacial, el área total cubierta y el área circundante rechazada (Mariategui, 2001).

El número de deyecciones por día puede estar influenciado por las condiciones de pastoreo y factores ambientales, mientras que el porcentaje de nitrógeno en la dieta varía según la concentración de nitrógeno en la dieta y el nivel de ingestión de agua. Cuando la dieta es rica en nitrógeno, la orina se transforma en la principal vía de retorno del nutriente al suelo, siendo el nitrógeno contenido en la orina principalmente urea, lo cual lo hace rápidamente disponible para las plantas. El nitrógeno orgánico contenido en las heces es lentamente mineralizado debido a su alto contenido de material fibroso no digestible (celulosa, hemicelulosa y lignina) (Morón, 1994).

El área rechazada por el animal generalmente guarda una relación inversa con la presión de pastoreo y el tiempo durante el cual se produce rechazo es variable dependiendo principalmente de la degradación de las heces (Mariategui, 2001). Según Haynes y Williams, citados por Morón (1994) el área de la pastura influenciada por orina es normalmente mas del doble del área efectivamente mojada, mientras que la influencia de las áreas con heces puede variar desde uno a seis veces el área cubierta.

Cuadro 5: Deyecciones, valores promedio para vacunos

Producción de heces:	28 Kg/animal/día
Frecuencia de deyecciones:	10 a 12 por día
Área cubierta:	0.4 a 0.7 m ² /animal/día
Área rechazada:	3 a 6 veces el área cubierta

Fuente: tomado de Mariategui (2001).

Por otro lado, el pisoteo animal puede generar compactación superficial, estando este fenómeno relacionado con la humedad edáfica (Proffit et al., citados por

Sosa et al., 2008). Así, con humedades elevadas, el impacto de la pezuña puede provocar la disminución volumétrica y la deformación de la superficie del suelo, generándose un medio relativamente inadecuado para la productividad de la pastura (Weigel et al., citados por Sosa et al. 2008). Es decir, el pisoteo y la compactación edáfica subsecuente suelen derivar en cambios en la composición botánica de la pastura, aspecto íntimamente vinculado con la productividad de tal ecosistema (González, citado por Sosa et al., 2008).

2.4. HIPOTESIS

Al utilizar sistemas de pastoreo rotativo en franjas sobre pasturas mejoradas compuestas de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano, es de esperar una mejora en la ganancia media diaria de peso vivo al aumentar la frecuencia de cambio de franja, siendo la magnitud de éste efecto dependiente de la oferta de forraje a la cual estén pastoreando los animales.

Una mayor frecuencia de rotación permite a los animales realizar un consumo de materia seca más estable, determinando que el tiempo de permanencia en la franja condicione en cierta medida la performance animal. Estos efectos se harían más notorios cuando la oferta de forraje es más limitante, en la medida que el consumo diario ya se vería restringido por factores inherentes a la cantidad de forraje ofrecida. Cuando la oferta no es restrictiva cambios en los parámetros de ingestión permitirían al animal mantener un consumo estable ante cambios en las características de la oferta.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACION

El experimento se llevó a cabo en el potrero 6 de la Unidad de Producción intensiva de Carne (U.P.I.C.) de la estación experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (E.E.M.A.C.) Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay; Ruta Nacional 3, km 363, a 32° 20' 9'' de latitud S 58° 2' 2'' de longitud W, con una elevación sobre el nivel del mar de 61 metros; durante el periodo comprendido entre el 11/1/2007 al 8/3/2007.

3.2. CLIMA

El Uruguay presenta un clima templado, con una media histórica anual de 1170 mm de precipitaciones, siendo su distribución un 30% en verano, 28% en otoño, 18% en invierno y 24% en primavera. Según datos reportados por la Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica Paysandú, las precipitaciones registradas durante el experimento fueron de 422,5 mm, con una distribución de 24% durante el mes de enero, 45% durante el mes de Febrero y 31% durante los primeros 8 días del mes de marzo (ver anexo 1).

Cuadro 6: Comparación de las precipitaciones ocurridas durante los meses de enero, febrero y marzo, serie histórica (1961 - 1990) y años 2005, 2006 y 2007

	Serie Histórica	Año		
	1961 a 1990	2005	2006	2007
enero	100	217	111	102
febrero	131	72	66	191
marzo	147	136	70	334
TOTAL	378	426	247	627

Fuente: URUGUAY. MDN. DNM (2007)

Los datos de temperatura también fueron reportados por la Estación Meteorológica Paysandú, donde la temperatura promedio durante el periodo en que se llevo a cabo el experimento fue de 24° C, con una temperatura mínima promedio de 18,5° C y una temperatura máxima promedio de 30° C (ver anexo 1).

3.3. SUELO

El área experimental está localizada sobre formación Fray Bentos, suelos de la unidad San Manuel, donde dominan Brunosol Éútrico Típico (Háplico), de textura limo arcillosa con nítido contraste entre horizontes y drenaje moderado.

Asociados se encuentran Brunosol Éútrico Lúvico y Solonetz Solodizado Melánico. Presenta un relieve de lomadas suaves, pendientes moderadas y como material generador sedimentos limosos consolidados (Durán, 1991).

3.4. PASTURA

El experimento fue realizado sobre una pradera de segundo año mezcla de *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, instalada en el potrero 6 de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), el cual se utilizó en toda su extensión (20 ha).

3.5. ANIMALES

Se utilizaron para el experimento 48 novillos Hereford provenientes del rodeo experimental de la EEMAC, nacidos en la primavera de 2005 y destetados precozmente. Los animales comenzaron el experimento con un peso vivo promedio de 276 ± 33.5 kg. Previo al comienzo del experimento los animales se encontraban pastoreando campo natural.

3.6. TRATAMIENTOS

Bajo un sistema de pastoreo rotativo en franjas se evaluó el tiempo de permanencia en la misma (1, 3-4 y 7 días) combinado con dos asignaciones de forraje diferentes (3 y 9 kg de MS/100 kg de PV), en un arreglo factorial de tratamientos 3 x 2. Los animales fueron asignados al azar a cada tratamiento previa estratificación por peso vivo, contando cada tratamiento con 8 novillos. Los niveles de asignación de forraje seleccionados para el experimento fueron considerados como rangos extremos por los trabajos reportados por Simeone (2005). Según Cortazzo et al. (2007) dichos

valores, son extremos para la estación del año en que se llevo a cabo el experimento ya que se considera que por encima de 6 % de AF no existe respuesta en ganancia de peso.

A continuación se resumen los tratamientos:

- Tratamiento 1: pastoreo con una asignación de MS de forraje del 3% del peso vivo y cambio de franja diario.
- Tratamiento 2: pastoreo con una asignación de MS de forraje del 3% del peso vivo y cambio de franja cada 3 y 4 días alternadamente.
- Tratamiento 3: pastoreo con una asignación de MS de forraje del 3% del peso vivo y cambio de franja semanal (cada 7 días).
- Tratamiento 4: pastoreo con una asignación de MS de forraje del 9% del peso vivo y cambio de franja diario.
- Tratamiento 5: pastoreo con una asignación de MS de forraje del 9% del peso vivo y cambio de franja cada 3 y 4 días alternadamente.
- Tratamiento 6: pastoreo con una asignación de MS de forraje del 9% del peso vivo y cambio de franja semanal (cada 7 días).

3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.7.1. Período pre-experimental

Previo al comienzo del experimento propiamente dicho, se realizó un período de acostumbramiento de 8 días, desde el 3/1 al 10/1, donde los novillos pastorearon juntos sobre la misma pradera que sería utilizada durante el período experimental, a una asignación de forraje de 4% del peso vivo.

Para atenuar el efecto del estrés térmico, se utilizó la ya validada tecnología de encerrar los animales a la sombra con suministro de agua durante las horas de mayor temperatura. Diariamente los animales fueron retirados de la pastura entre las 11:00 y las 17:00 hs y trasladados a un corral próximo al potrero, donde tuvieron acceso a sombra y agua. Se diseñaron 6 corrales (uno por tratamiento), sobre piso de tierra y con sombra natural proporcionada por árboles de paraíso (*Melia azedarach*) y artificial, proporcionada a través de una malla sombra colocada a unos 3,5 metros de altura. El tamaño de los corrales fue calculado para que cada animal accediera a una superficie de sombra de 3,5 a 4 m²/animal. Este manejo fue realizado también durante el período experimental y debido al tiempo de ayuno requerido para realizar las determinaciones de peso vivo vacío, los tiempos efectivos de permanencia en cada parcela fueron de 1, 3 y 6 días para los tratamientos 1 y 4, 2 y 5 y 3 y 6 respectivamente.

3.7.2. Período experimental

El periodo experimental se desarrollo durante 57 días (desde 11/1 al 8/3), donde fueron manejadas parcelas independientes por tratamiento. El pastoreo rotativo fue realizado sin retorno a las parcelas previamente pastoreadas, variando el tiempo de permanencia en la misma de acuerdo al tratamiento. El cambio de franja fue realizado a las 17:00 horas, coincidiendo con la salida del encierro.

La asignación de forraje fue ajustada semanalmente mediante regulación del tamaño de franja de acuerdo a la disponibilidad de forraje y al último peso vivo vacío promedio registrado para cada tratamiento. Considerando la variabilidad en la biomasa forrajera dentro de la superficie definida para cada semana, la distribución de los tratamientos se realizó en cada oportunidad de forma aleatoria.

3.7.2.1. Manejo sanitario

La información del manejo sanitario se presenta en el cuadro 7. También se realizaron controles coproparasitarios los días 17 de enero y 12 de febrero. Se utilizó el Test Mc Master (cuantitativo) para el conteo de huevos de parásitos gastrointestinales y el Test de Sedimentación (cualitativo) para la detección de Fasciola hepática, donde no se visualizo la presencia de este último y debido a un bajo recuento de huevos por gramo de materia fecal (hpg) los animales no fueron dosificados contra parásitos internos durante el periodo experimental.

Cuadro 7: Manejo sanitario durante el periodo experimental

Fecha	Producto	Control
4/1/07	Bayticol pour on	Garrapata
6/2/07	Vacuna aftosa	Fiebre Aftosa
8/2/07	Bayticol pour on	Garrapata

3.8. DETERMINACIONES REALIZADAS

3.8.1. Biomasa de forraje disponible

La biomasa de materia seca de forraje disponible (kg/ha) se determinó semanalmente en el área a utilizar en los próximos 7 días. Se utilizó la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1997) cortando una escala de tres puntos (alta, media y baja disponibilidad) con dos repeticiones y muestreando por apreciación visual el forraje disponible en 300 puntos por hectárea, asignando a cada muestra el puntaje correspondiente de la escala (asignando de a medio punto si fuese necesario). Para cortar las escalas se utilizaron cuadros de 0,09 m² (30 por 30 cm) cortando el forraje al ras del suelo con tijeras de aro. Las muestras se pesaron en fresco y luego fueron secadas en estufa de aire forzado a 60° C hasta peso constante (aproximadamente 48 horas), para la determinación del contenido de materia seca disponible por superficie para cada escala. La disponibilidad promedio de MS se estimó con la frecuencia relativa de aparición de cada punto.

A cada cuadro cortado se le registro la altura del forraje en cinco puntos (4 ángulos del cuadro y cruce de las diagonales) utilizando una regla milimetrada y registrando la altura de la hoja viva más alta sin estirar que toma contacto con la regla. Luego se realizo el promedio por escala para determinar la altura.

Por último, las muestras secas fueron molidas utilizando malla de 1 mm, etiquetadas y conservadas para su posterior análisis químico.

3.8.2. Composición botánica

Durante las semanas pares, al momento de determinar la disponibilidad de MS, 1 de cada 30 cuadros tirados al azar fue cortado y conservado para la posterior determinación de la composición botánica y química de la pastura.

Sobre las muestras cortadas se realizó la separación botánica en fresco de las siguientes fracciones: gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos. Cada fracción se secó por separado en estufa a 60° C hasta peso constante y se registró el peso para determinar su contribución relativa en el total de la materia seca ofrecida.

3.8.3. Consumo de forraje

El consumo de forraje fue estimado en las semanas pares para los seis tratamientos a través del método agronómico de forraje desaparecido (Lascano et al.,

1990), como la diferencia entre la materia seca disponible antes y después del pastoreo. Tanto el forraje disponible pre-pastoreo, como el forraje residual, una vez que los animales eran retirados de la franja se estimó a través del método de doble muestreo (Moliterno, 1997) explicado anteriormente. El procedimiento consistió en realizar dos escalas (de tres puntos cada una con dos repeticiones), una para cada asignación de forraje (3% y 9%). Las mediciones se realizaron en tres de las seis parcelas diarias por AF, en la segunda mitad para las frecuencias de CF de tres/cuatro días y en las parcelas semanales. El número de cuadros promedio utilizado para la estimación del forraje disponible fue de 70 y 100 para las AF de 3 y 9% respectivamente, mientras que para el forraje post-pastoreo se utilizaron 80 y 100 cuadros/tratamiento respectivamente. A su vez, la cantidad de cuadros utilizadas fue mayor para las franjas de mayor tiempo de ocupación dada la mayor superficie de las mismas, siendo en promedio 60, 75 y 100 para las frecuencias de CF diaria, tres/cuatro días y semanal respectivamente.

3.8.4. Calidad del forraje consumido

La calidad del forraje consumido fue evaluada también durante las semanas pares, a través del método de *hand clipping*. Este método consistió en simular mediante cortes manuales una vez que los animales eran retirados de la franja, la selección que el animal realizó durante el pastoreo (reproducción del remanente post pastoreo en un área con similares condiciones de oferta de forraje y composición botánica a la que los animales tenían al momento de ingreso en la franja). Las

muestras fueron tomadas en cuadros de 30 por 30 cm. Sobre las muestras frescas, se realizó la composición botánica (separación en gramíneas, leguminosas, restos secos y malezas) y se registraron los pesos de cada fracción en fresco. Posteriormente las distintas fracciones fueron secadas en una estufa de aire forzado durante 48 horas a 60 grados C se registró el peso seco. Luego de registrados los pesos las muestras fueron molidas con malla de 1 mm y etiquetadas para su posterior análisis químico.

3.8.5. Defoliación diaria

A los efectos de caracterizar el patrón de defoliación diario en cada tratamiento, durante las semanas pares del periodo experimental (2, 4, 6 y 8) se midió diariamente la altura del forraje, utilizando el mismo procedimiento explicado en 3.8.1. La cantidad de muestras tomadas varió según el tamaño de la parcela. Para los tratamientos con cambio de franja diario se registró diariamente la altura de la pastura previo al ingreso a cada franja y una vez que los animales eran retirados. En los tratamientos donde los animales permanecían durante toda la semana en la misma franja se registró la altura previo al ingreso, y cada 24 horas durante el pastoreo y la altura del forraje residual, una vez que los animales abandonaron la franja. Para los tratamientos con cambio de franja cada 3 y 4 días alternadamente, se realizó el mismo procedimiento que en los tratamientos de franja semanal pero coincidiendo la franja de tres días de ocupación (segunda mitad de la semana).

3.8.6. Peso vivo

El peso vivo de los animales fue registrado de forma individual cada 7 días. Los días miércoles por la tarde los animales eran conducidos desde la pradera donde se realizó el experimento hasta la balanza para registrar el peso sin desbastar y luego de 12 horas de ayuno eran pesados nuevamente para determinar el peso vacío. El orden de entrada a la balanza fue aleatorio como resultado de la mezcla previa de los animales en los corrales. El peso vivo inicial fue registrado el 3 de enero y el peso final el 8 de marzo (ver anexo 3).

3.8.7. Comportamiento ingestivo

Durante los días 2, 4 y 6 de las semanas pares del experimento, se registró el comportamiento ingestivo mediante apreciación visual en 4 animales por tratamiento elegidos al azar. Esta registración se realizó durante el periodo de horas luz, y mientras los animales estuvieran en la pastura (de 7:00 a 11:00 horas de la mañana y en los horarios entre las 17:00 y las 21:00 horas de la tarde) y consistió en determinar cada 15 minutos si los animales se encontraban en pastoreo efectivo, pastoreo búsqueda, rumia o descanso. Cada 2 horas en dichos horarios y en los mismos animales, se registró la tasa de bocado (contando el número de bocados de prehensión realizados en un minuto), tasa de respiración (registrando el número de movimientos del flanco durante un minuto) y se asignó un score de jadeo. El score de jadeo es un índice de estrés térmico obtenido por apreciación visual a partir de la observación de los

movimientos del flanco del animal y del patrón respiratorio individual, variando entre 0 y 3 (Mader et al., 2002).

0: no se registra jadeo

1: leve aumento de la tasa respiratoria

2: moderado aumento de la tasa respiratoria y salivación y/o boca abierta

3: elevado aumento de la tasa respiratoria y salivación y/o boca abierta y/o lengua afuera

3.8.8. Análisis químico

El análisis químico fue realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos sobre el forraje ofrecido y sobre el forraje consumido (determinado a través de la técnica de hand clipping). Las determinaciones realizadas consistieron en: análisis de materia seca (MS), cenizas (C), proteína cruda (PC) (mediante sistema proximal de análisis de Wende) y fibra detergente neutro corregida por cenizas (FDNcc) y fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAcc) (mediante esquema de análisis de Van Soest, 1982), todos los resultados expresados en base seca.

3.9. VARIABLES CALCULADAS

Las variables de respuesta calculadas fueron:

- En el animal: ganancia de peso, comportamiento ingestivo (tiempo de pastoreo efectivo y búsqueda, rumia y descanso) y tasa de bocado.
- En la parcela: consumo de forraje, tasa diaria de defoliación, eficiencia de conversión y producción de carne por hectárea.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado mediante modelos lineales generales correspondientes a un diseño de parcelas al azar con arreglo factorial de tratamientos, considerando como unidad experimental a cada animal. Se utilizó el procedimiento Mixed, del paquete estadístico SAS (2005).

El efecto de los tratamientos sobre la ganancia diaria fue estudiado mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo. Las pendientes de los tratamientos fueron comparadas mediante contrastes simples.

$$Y_{ijlm}: \beta_0 + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \epsilon_{ijl} + \beta_1 dm + \beta_{1i} \alpha_{idm} + \beta_1 \tau_{jdm} + \beta_1 ij(\alpha\tau)_{ijdm} + \beta_2 PV_{ijl} + \delta_{ijlm}$$

Donde:

Y_{ijlm} 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 frecuencia de cambio de franja

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

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

β_1 es la pendiente promedio (ganancia diaria) del peso vivo en función de los días

β_{1i} es la pendiente para cada uno de los tratamientos de asignación

β_{1j} es la pendiente para cada uno de los tratamientos de cambio de franja

β_{1ij} es la pendiente para combinación de tratamiento asignación-cambio de franja

β_2 es la pendiente que afecta a la covariable peso vivo al inicio

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

El efecto de la asignación de forraje y la frecuencia de cambio de franja sobre el rechazo, utilización y consumo se analizó utilizando un modelo general lineal del tipo:

$$Y_{ij} = \mu + AF_i + FC_j + (AF*FC)_{ij} + b_1x_1 + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = peso vivo, ganancia diaria etc.;

μ = Media general;

AF_i = asignación de forraje ($i= 3; 9\%$)

FC_j = frecuencia de cambio de franja ($j= 1, 3-4$ y 7 días)

b_1x_1 = covariable de corrección para peso vivo al inicio.

e_{ij} = error experimental

Se uso el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. Las medias de los efectos significativos fueron comparadas usando el test de Mínimas Diferencias Significativas.

El efecto de la asignación de forraje y del cambio de franja sobre el comportamiento de los animales fue estudiado mediante modelos lineales generalizados de medidas repetidas donde se asumió que el número de veces que cada animal realizaba una actividad tenía una distribución binomial.

La forma general del modelo fue:

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

Donde:

$g(\rho_{ijkl})$ es la funcion logit de la probabilidad de realización de una actividad

β_0 es un intercepto

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

τ_j es el efecto del j-esimo tratamiento del cambio de franja

$(\alpha\tau)_{ij}$ es la interaccion entre la asignación y cambio de franja

λ_k es el efecto de la k-esima semana

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

$(\tau\lambda)_{jk}$ es la interaccion entre semana y cambio de franja

$(\alpha\tau\lambda)_{ijk}$ es la interaccion entre semana, asignación y cambio de franja

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

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

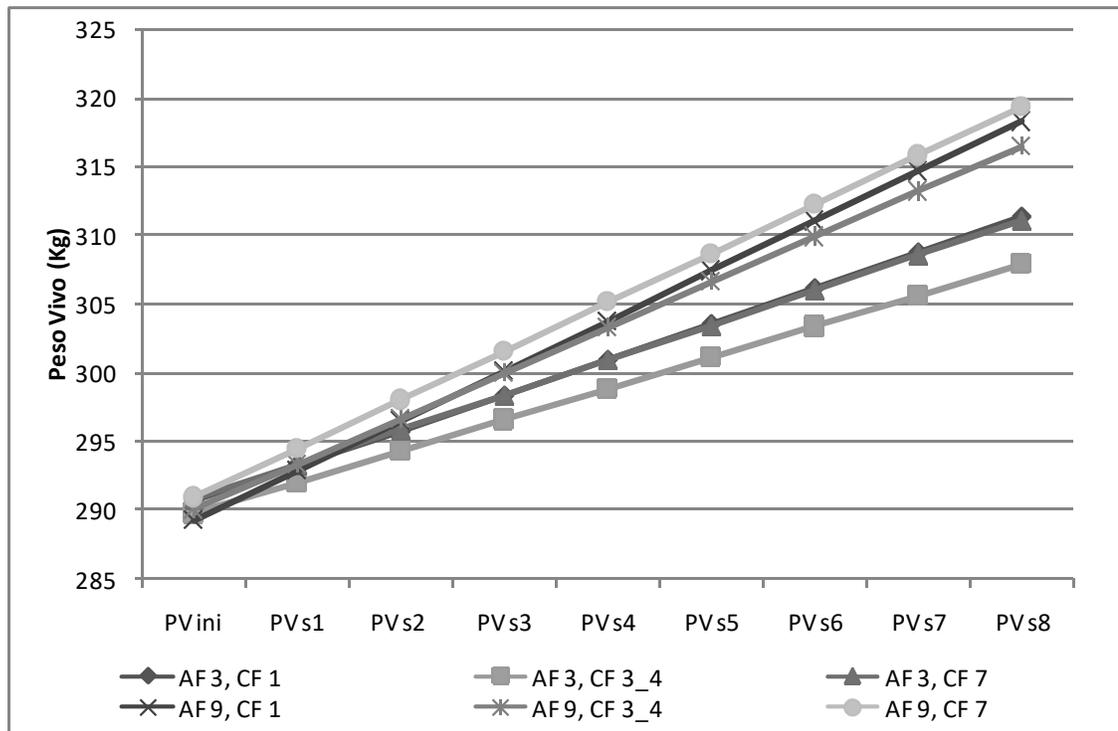
4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EVOLUCION DEL PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA

4.1.1. Evolución del peso vivo por tratamiento

La AF tuvo un efecto significativo sobre el incremento del PV de los animales durante el período experimental ($P < 0,0007$). Por otra parte ni la frecuencia de CF ni su interacción con AF mostraron efecto significativo sobre el PV, ($P = 0,65$) y ($P = 0,9995$) respectivamente. El PV inicial tuvo efecto significativo sobre el PV de los animales a lo largo del experimento ($P < 0,0001$). Ver anexo 3.

En la grafica 1 se presenta la evolución del PV de los animales en función del tiempo para todos los tratamientos.



Gráfica 1: Evolución del peso vivo de novillos de sobre año pastoreando una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, en 2 AF (3% y 9%) con 3 frecuencias de CF (diario, 3-4 días, 7 días)

PVini – peso vivo inicial

PVs1 – peso vivo semana 1

PVs2 – peso vivo semana 2

PVs3 – peso vivo semana 3

PVs4 – peso vivo semana 4

PVs5 – peso vivo semana 5

PVs6 – peso vivo semana 6

PVs7 – peso vivo semana 7

PVs8 – peso vivo semana 8

La evolución del PV en función del tiempo fue lineal, destacándose desde la primera semana del período experimental el efecto de la diferencia entre ambas AF sobre la GMD de los animales. Los animales manejados a una AF del 9% tuvieron una GMD durante el período experimental de 0,491 kg/animal/día y los manejados a una AF del 3% tuvieron una GMD de 0,346 kg/animal/día. A su vez, dentro de cada AF no se observan diferencias por efectos de las frecuencias de CF.

En el cuadro 8 se presentan los pesos promedio por tratamiento para todo el periodo experimental.

Cuadro 8: Peso vivo (PV) promedio por tratamiento para todo el periodo experimental

	CF	Pvini	PVs1	PVs2	PVs3	PVs4	PVs5	PVs6	PVs7	PVs8	ΔPV
AF 3%	1	291	293	296	298	301	304	306	309	311	20
	3_4	290	292	294	296	299	301	303	305	308	18
	7	291	293	296	298	301	303	306	308	311	20
AF 9%	1	289	293	296	300	304	307	311	314	318	29
	3_4	290	293	296	300	303	306	310	313	316	26
	7	291	294	298	301	305	308	312	315	319	28

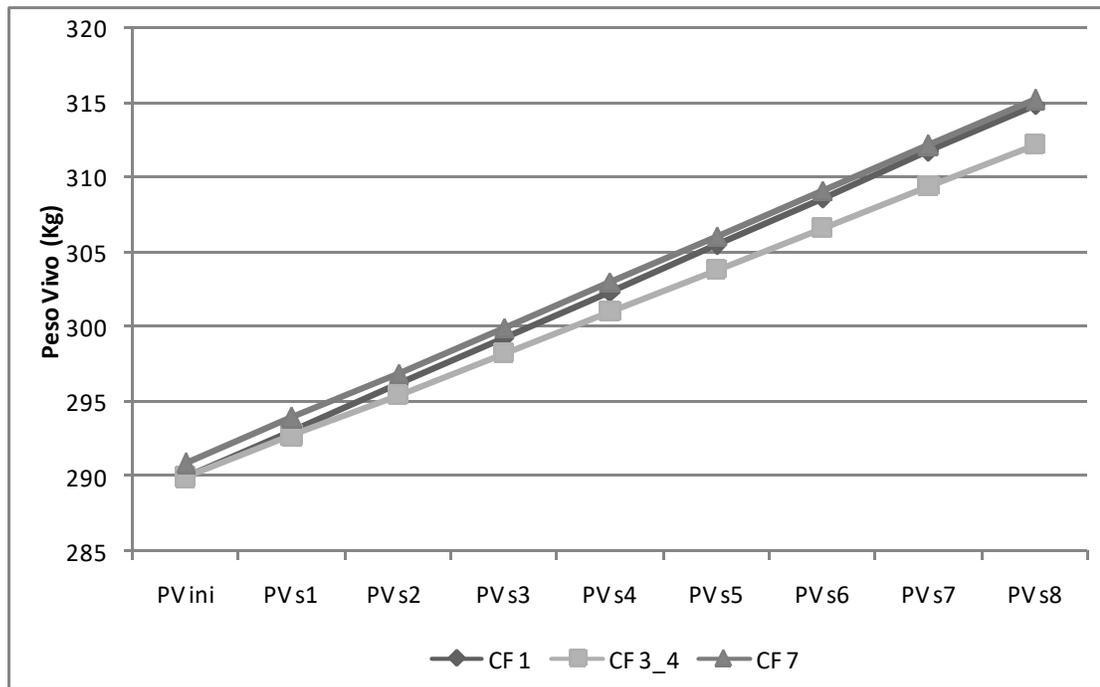
ΔPV: variación del PV, siendo $\Delta PV = PVs8 - Pvini$.

Beretta et al. (2003) reporta para novillos de 280 Kg de PV pastoreando praderas mezcla de gramíneas y leguminosas una GMD de 0,299 kg/animal/día durante el período estival para AF de 3% y de 0,670 kg/animal/día para AF del 9%.

Invernizzi et al. (2007) durante el invierno al igual que Fariello y Pérez (2008) durante el otoño, reportaron un efecto significativo y positivo de la AF sobre la GMD, donde los animales manejados al 5% del PV fueron significativamente más pesados que al 2,5% del PV.

4.1.2. Evolución del peso vivo en función de la frecuencia del cambio de franja

Con respecto al efecto de la frecuencia del CF sobre la evolución del PV sin tomar en cuenta la AF, no se observa un efecto significativo, solamente se percibe una GMD levemente mayor en los animales pertenecientes a los tratamientos con CF diario y cada siete días (0,507 kg y 0,570 kg/animal/día respectivamente), con respecto a los tratamientos con CF cada 3-4 días (0,474 kg/animal/día). En la gráfica 2 se muestra lo antes mencionado.



Gráfica 2: Evolución del PV de novillos de sobreaño pastoreando una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, durante el verano, bajo tres frecuencias de CF (diario, 3-4 días y 7 días)

La ausencia de efecto de la frecuencia de CF sobre la GMD también fue reportada por Bertelsen et al. (1993), Ustarroz et al. (1998), Schlegel et al. (2000), Bavera y Bocco (2001), Inverinizzi et al. (2007), Fariello y Pérez (2008).

4.2. CARACTERISTICAS DE LA PASTURA

4.2.1. Forraje ofrecido: disponibilidad y composición botánica

La disponibilidad media de MS pre-pastoreo fue de 2960 ± 455 kilogramos por hectárea, con un máximo de 3970 kg/ha y un mínimo de 2080 kg/ha. La disponibilidad de MS no presentó diferencias significativas entre AF ($P=0,79$), entre frecuencias de CF ($P=0,26$), así como tampoco aportó diferencias la interacción de las mismas. Al considerar la disponibilidad de MS en función de las semanas del periodo experimental si se presentaron diferencias significativas ($P<0,0001$), lo cual puede responder a la humedad y fertilidad natural del suelo, constatándose la presencia de “blanqueales” en determinadas zonas del potrero.

Cuadro 9: Evolución semanal y medias de biomasa, altura y composición botánica del forraje ofrecido a novillos durante el verano, de una pradera de festuca, trébol blanco y lotus

	Biomasa (kg MS/ha)	Altura (cm)	Composición Botánica (% MS total)			
			Gramíneas	Leguminosas	Restos secos	Malezas
Semana 2	3407 a	24	24	40	30	6
Semana 4	3107 ac	23	29	55	15	1
Semana 6	2423 b	20.5	37	29	32	2
Semana 8	2828 c	20.5	32	22	37	9

a-b: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente $P < 0,05$.

Como se aprecia en el cuadro 9 y según lo reportado por Rayburn, citado por Aguirresabala y Oficialdeguy (1993), Rovira (1996), NRC (2000), las disponibilidades de MS/ha fueron en todos los casos superiores a los niveles indicados por la literatura como limitantes del consumo voluntario de MS.

La composición botánica de la pradera fue analizada en función de la cantidad de gramíneas, leguminosas, restos secos y malezas presentes en el total del forraje.

Además de las diferencias en disponibilidad de MS entre semanas mencionadas anteriormente, se observa a partir del Cuadro 9 que la pastura también presentó una gran heterogeneidad en cuanto a su composición botánica, siendo dichas diferencias más notorias en los componentes leguminosas, restos secos y malezas, las cuales variaron más de 100%; mientras que el componente gramíneas fue más estable a lo largo del periodo experimental en cuanto a su proporción dentro de la mezcla.

La fracción leguminosas estuvo compuesta en su totalidad por *Trifolium repens* (trébol blanco) y *Lotus corniculatus*; mientras que la fracción gramíneas estuvo compuesta en su totalidad por *Festuca arundinacea*.

Cuadro 10: Composición botánica de una pradera de festuca, trébol blanco y lotus ofrecida a novillos durante el verano (promedio por tratamiento de todo el periodo experimental)

Asignación de Forraje (Kg. MS/100 Kg. PV)	Cambio de Franja (días)	Composición Botánica (% MS total)			
		Gramíneas	Leguminosas	R. Secos	Malezas
3	1	21	42	26	11
	3_4	30	37	30	3
	7	27	46	23	4
9	1	40	27	33	0
	3_4	27	37	27	9
	7	38	30	31	1

4.2.2 Forraje ofrecido: composición química

Cuadro 11: Composición química del forraje de una pradera de festuca, trébol blanco y lotus ofrecida a novillos durante el verano (promedio por tratamiento de todo el periodo experimental)

Asignación de Forraje (Kg. MS/100 Kg. PV)	Cambio de Franja (días)	Composición Química (% MS)				
		MS	C	PC	FDNcc	Frac
3	1	90.08	8.43	13.96	46.82	25.43
	3_4	89.82	8.61	15.02	41.06	23.24
	7	90.19	8.75	15.44	45.16	26.14
9	1	89.5	9.26	15.55	41.94	24.46
	3_4	90.12	9.31	16	44.73	25.33
	7	89.96	9.36	15.47	40.8	24.4

MS: Materia Seca.

C: Cenizas.

PC: Proteína Cruda.

FDNcc: Fibra Detergente Neutro corregido por cenizas.

FDAcc: Fibra Detergente Acido corregido por cenizas.

El forraje ofrecido fue homogéneo en su composición química para los diferentes tratamientos, determinando que las diferencias en performance animal sean consecuencia de los distintos tratamientos y no por efecto de la calidad del forraje consumido.

A su vez el contenido de PC de la pastura no afectaría el nivel de consumo de MS según lo reportado por Forbes (1988), Barnes et al. (2003).

4.2.3 Forraje rechazado

La biomasa promedio de forraje rechazado fue de 1800 ± 695 kg MS/ha, con un máximo de 2830 kg MS/ha y un mínimo de 540 kg MS/ha. El rechazo realizado por los animales fue significativamente afectado por la AF ($P < 0,0001$) y por la semana dentro del periodo experimental ($P < 0,0001$); mientras que la misma no fue afectada ni por la CF ($P = 0,769$) ni por la interacción AF x CF ($P = 0,464$).

En el cuadro 12 se presentan los valores de biomasa y altura del forraje rechazado promedio por tratamiento para todo el periodo experimental.

Cuadro 12: Biomasa (kg MS/ha) y altura (cm) del forraje remanente luego del pastoreo realizado por novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*

Asignación de Forraje (kg MS/100 kg PV)	Cambio de Franja (días)	Biomasa (kg MS/ha)	Altura (cm)
3	1	1420 a	7
	3_4	1230 a	6
	7	1270 a	6
9	1	2265 b	13
	3_4	2390 b	14
	7	2230 b	11

* Los animales eran retirados de la parcela de pastoreo durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

a-b: medias seguidas por diferente letra en la columna difieren estadísticamente P<0,05.

Como fue mencionado anteriormente, en el cuadro 12 se observa que el remanente de forraje varió significativamente según la cantidad de forraje ofrecido a los animales pero no por efecto de la frecuencia en el CF, lo cual estaría indicando que los animales manejados dentro de una misma AF realizan el mismo consumo de MS, sin importar el tiempo de permanencia evaluado.

4.2.4 Utilización (% de lo ofrecido)

La utilización de forraje (como % del ofrecido) relaciona el forraje ofrecido con el rechazado. El valor promedio para dicho indicador fue 40 ± 20 %, con un máximo de 80

y un mínimo de 17. Las fuentes de variación estuvieron dadas por la AF ($P < 0,0001$) y por las semanas del periodo experimental ($P = 0,0057$); mientras que la CF ($P = 0,5$) y la interacción AF x CF ($P = 0,41$) no afectaron de forma significativa la utilización de la pastura por parte de los animales.

En el Cuadro 13 se muestra la utilización del forraje en función de la AF y la frecuencia de cambio de franja, promedio por tratamiento para todo el periodo experimental.

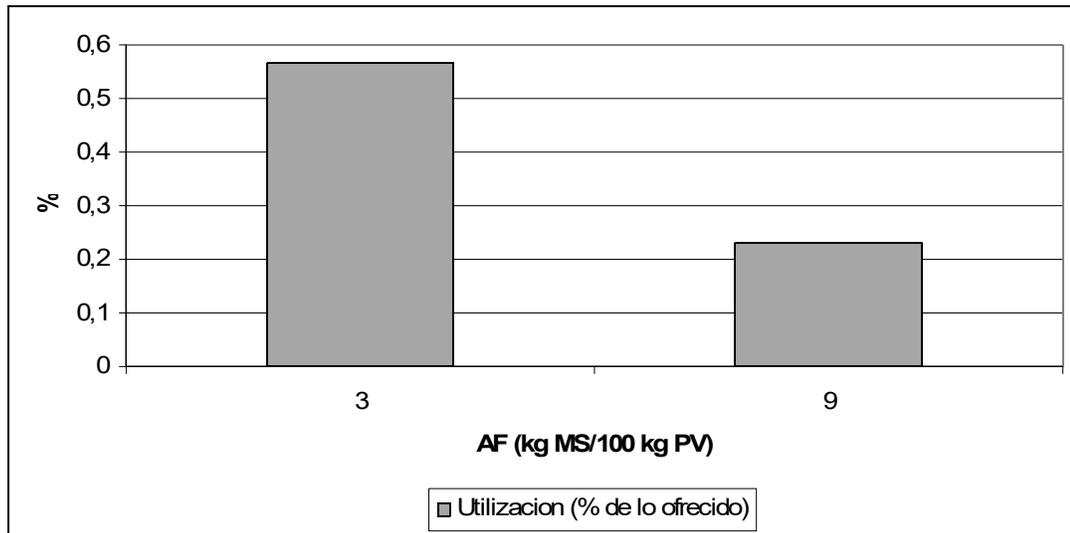
Cuadro 13: Utilización de forraje (% de lo ofrecido) de novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*

Asignación de Forraje (kg MS/100 kg PV)	Cambio de Franja (días)	Utilización (% de lo ofrecido)
3	1	50 a
	3_4	60 a
	7	60 a
9	1	24 b
	3_4	23 b
	7	23 b

* Los animales eran retirados de la parcela de pastoreo durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

a-b: medias seguidas por distinta letra en la columna difieren estadísticamente $P < 0,05$

Como se aprecia también en el grafico 3, al aumentar la cantidad de forraje ofrecido a los animales en pastoreo disminuye la utilización que realizan sobre la pastura (3% vs 9% AF), mejorando las posibilidades de seleccionar forraje.



Grafica 3: Efecto de la AF sobre la utilización de forraje por novillos durante el verano, con encierro durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 hs), pastoreando una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus

En el Cuadro 14 se observa la evolución de la utilización que realizaron los novillos sobre la pastura a medida que avanza el periodo experimental.

Cuadro 14: Utilización de forraje de novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano* (promedio por semana de todos los tratamientos)

Semana	Utilización (% de lo ofrecido)
2	0.29 a
4	0.36 ab
6	0.42 bc
8	0.51 c

* Los animales eran retirados de la parcela de pastoreo durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

a-b: medias seguidas por distinta letra en la columna difieren estadísticamente $P < 0,05$.

La mayor desaparición de forraje observada en las semanas 6 y 8 puede deberse a las elevadas precipitaciones ocurridas durante dichas semanas. Éstas fueron de 68 y 130 mm respectivamente, representando más del 50% del total de lluvias ocurridas durante el periodo de evaluación, lo cual por efectos de pisoteo con la consecuente formación de barro podrían estar subestimando el valor del forraje remanente (ver anexo 1).

4.2.5 Consumo de MS de forraje

El consumo medio diario de MS realizado por los animales expresado como kg de MS por cada 100 kg de PV fue de $1,9 \pm 0,47$, con un máximo de 2,6 y un mínimo de 0,69. Estos valores fueron significativamente afectados por la AF ($P=0,0063$) y por la semana de tratamiento ($P=0,0005$), mientras que la frecuencia de CF ($P=0,63$) y la interacción AF x CF ($P=0,32$) no aportaron variabilidad a dicho indicador.

En el Cuadro 15 se presenta el consumo de MS de forraje de praderas permanentes (% PV) en función de los cambios en AF y CF.

Cuadro 15: Consumo diario de MS (% del PV) de novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano* en diferentes asignaciones de forraje (AF) y frecuencia de cambio de la franja de pastoreo (CF) (medias ajustadas, promedio del periodo experimental)

		AF (kgMS/100 kg peso vivo)		Media
		3	9	
CF (días)	1	1.49 Aa	2.10 Ab	1.80 A
	3 4	1.80 Ab	2.01 Ab	1.91 A
	7	1,79 Ab	2.08 Ab	1.93 A
Media		1.70 a	2.07 b	

* Los animales eran retirados de la parcela de pastoreo durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

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 $P < 0,05$.

Con respecto al CMS los animales manejados al 9% consumieron un 22% más que los otros, lo cual se vio reflejado en una mayor ganancia de PV. Esto evidencia que al 3% de AF el consumo se ve restringido.

En el Cuadro 16 se observa la selección realizada por los animales durante el periodo experimental comparando la composición botánica del forraje ofrecido y la del forraje efectivamente consumido por los animales, determinado a través de la técnica de handclipping previamente explicada.

Cuadro 16: Composición botánica de una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus ofrecida y consumida (Handclipping) por novillos durante el verano* (promedio por tratamiento de todo el periodo experimental)

Asignación de Forraje (Kg. MS/100 Kg. PV)	Cambio de Franja (días)	Composición Botánica (% MS total)							
		Gramíneas		Leguminosas		Restos Secos		Malezas	
		Ofr.	Cons.	Ofr.	Cons.	Ofr.	Cons.	Ofr.	Cons.
3	1	21	52	42	31	26	17	11	0
	3_4	30	42	37	26	30	29	3	3
	7	27	48	46	25	23	24	4	4
9	1	40	46	27	30	33	19	0	5
	3_4	27	48	37	37	27	15	9	0
	7	38	47	30	32	31	19	1	1

* Los animales eran retirados de la parcela de pastoreo durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

Ofr.: Ofrecido; Cons.: Consumido.

Es posible observar una tendencia en la selección realizada por los animales a favor de las gramíneas y en detrimento de las fracciones leguminosas, restos secos y malezas.

En el Cuadro 17 se aprecia la importancia relativa de los componentes gramíneas y leguminosas dentro del consumo diario de MS.

Cuadro 17: Proporción y relación de las fracciones gramíneas y leguminosas consumidas por novillos durante el verano*, sobre una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus (promedio por tratamiento para todo el periodo experimental)

Asignación de Forraje (kg MS/100 kg PV)	Cambio de Franja (días)	Composición Botánica Consumida	
		Gram+Leg (% MS total)	Relación Gram:Leg
3	1	83	1,69
	3, 4	68	1,63
	7	72	1,94
9	1	76	1,52
	3, 4	85	1,30
	7	79	1,48

* Los animales eran retirados de la parcela de pastoreo durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

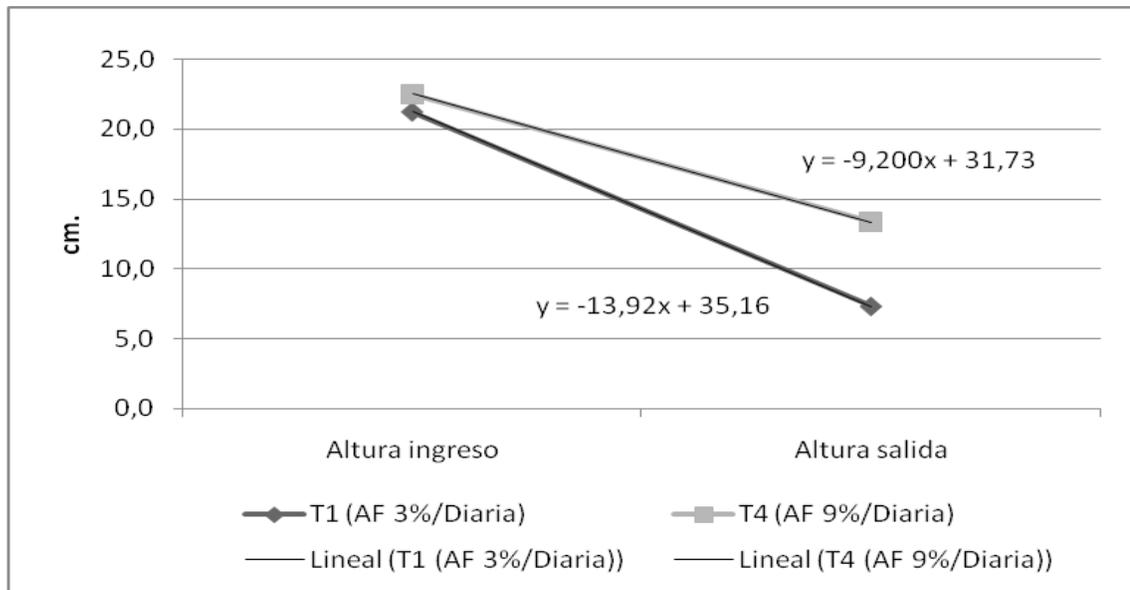
MS: Materia seca; PV: Peso vivo; Gram: Gramínea; Leg: Leguminosa.

La composición botánica del forraje consumido por los animales, determinada a través de la técnica de handclipping, indica que el 77% de lo consumido corresponde a las fracciones gramíneas y leguminosas, con una relación gramínea:leguminosa de 1,6 (61% gramíneas y 39% leguminosas).

4.3 TASA DE DEFOLIACION

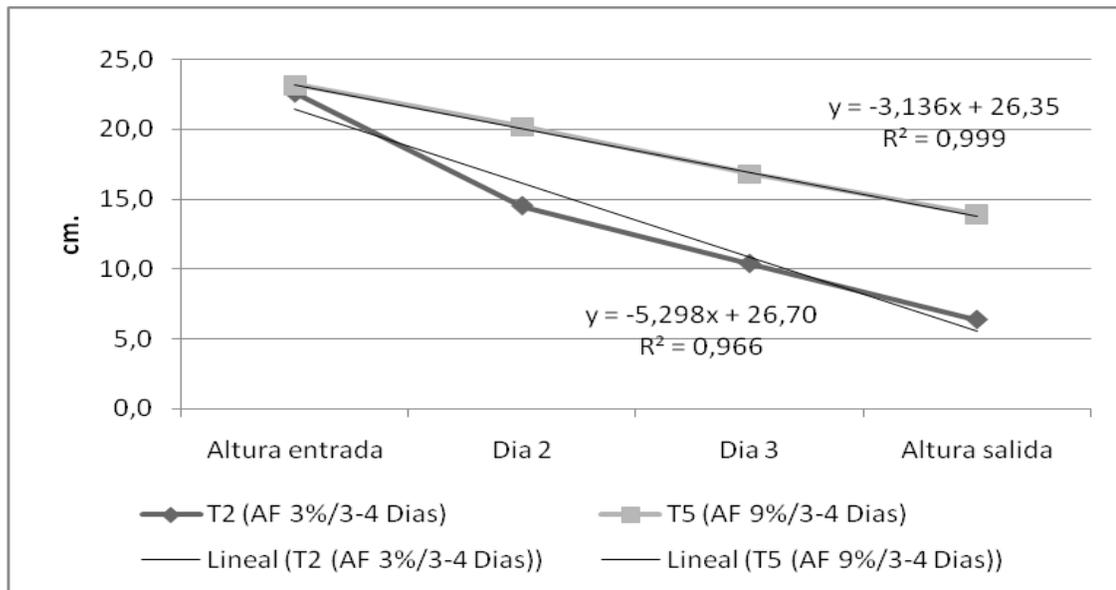
En las siguientes gráficas se agruparon los tratamientos por igual frecuencia de CF, con el objetivo de comparar la evolución de la altura de la pastura para las diferentes AF.

Se ajustaron líneas de tendencia, las cuales responden a un modelo lineal, ajustándose mejor para los tratamientos con oferta de forraje menos restrictiva (AF 9%).



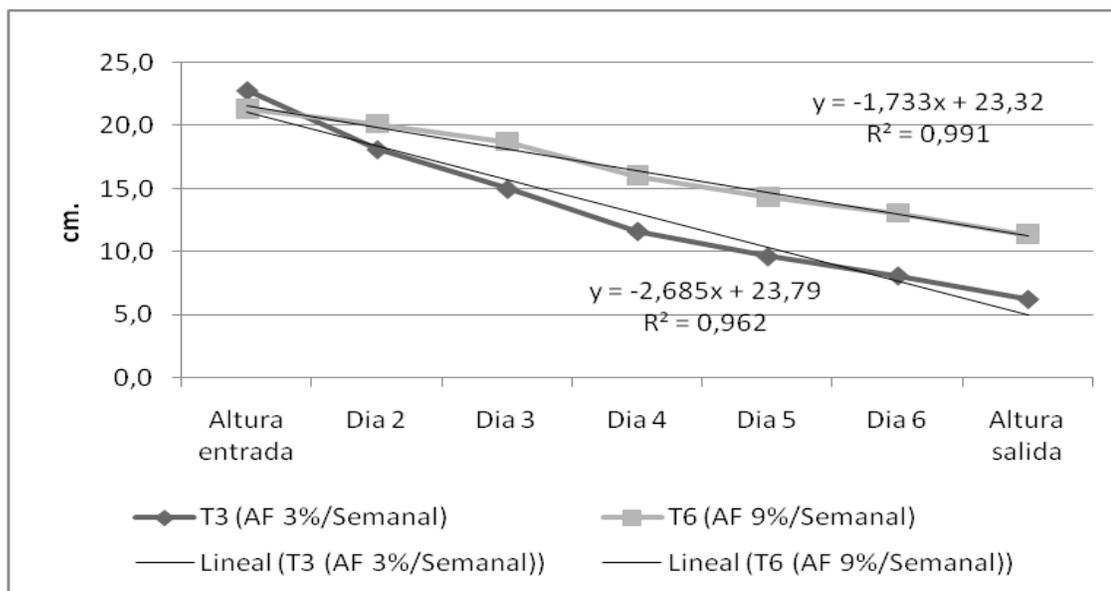
Gráfica 4: Evolución promedio (cm) de la altura de la pastura de los tratamientos con CF diario, con sus respectivas líneas de tendencia

En los tratamientos con CF diaria se registraron las alturas de ingreso y salida de cada día, lo cual presenta una tendencia lineal ya que solamente considera dos valores.



Gráfica 5: Evolución diaria promedio (cm) de la altura de la pastura de los tratamientos con CF 3-4 días, con sus respectivas líneas de tendencia

Para el tratamiento de 3% de AF y CF cada 3/4 días se observa una mayor tasa de defoliación durante el primer día de permanencia en la franja, disminuyendo en los días siguientes, mientras que al 9% la tasa se mantiene constante entre los días de ocupación.



Gráfica 6: Evolución diaria promedio (cm) de la altura de la pastura de los tratamientos con CF semanal, con sus respectivas líneas de tendencia

En los animales manejados al 3% de AF y CF semanal es posible identificar tres tramos, destacándose la mayor intensidad en el primer día de ingreso, disminuyendo durante los días 2, 3 y 4 y por último del día 5 hasta la salida de la franja.

Como se aprecia en las gráficas 4, 5 y 6, hay una mayor tasa de defoliación a AF 3%, lo cual coincide con la mayor utilización de la pastura realizada por dichos tratamientos. A su vez, en aquellos en que la permanencia en la franja es mayor a un día, la tasa de defoliación disminuye a medida que transcurre el tiempo de ocupación.

4.4 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

4.4.1 Actividad del animal en pastoreo

El comportamiento animal en pastoreo fue evaluado como la proporción del tiempo de horas de luz que el animal dedicaba a las actividades de pastoreo, rumia, descanso y jadeo.

La proporción del tiempo que los animales dedicaron a la actividad de jadeo no fue incluida en el análisis estadístico, debido al casi inexistente número de observaciones que se registraron durante el experimento.

4.4.1.1 Actividad de pastoreo

El tiempo dedicado al pastoreo fue dividido en pastoreo efectivo y pastoreo de búsqueda. El primero hace referencia al animal comiendo en una porción de la parcela sin desplazarse hacia otros lugares, mientras que el pastoreo de búsqueda hace referencia al animal comiendo y desplazándose por la parcela, es decir, tomando bocados mientras camina por la misma.

La actividad de pastoreo fue la que mayor tiempo demandó a los animales, mientras estos estuvieron en la parcela. La misma se vio significativamente afectada por el nivel de AF ($P=0.0009$), la frecuencia en el CF ($P=0.0003$), las semanas del

periodo experimental ($P < 0,0001$) y por el día dentro de la semana de observación ($P < 0,0001$). La interacción AF x CF no fue significativa ($P = 0,416$), mientras que las interacciones CF x Semana y CF x día dentro de semana afectaron significativamente la actividad de pastoreo ($P < 0,0001$ y $P = 0,0054$ respectivamente).

En el Cuadro 18 se muestra la probabilidad de hallar un animal pastoreando durante el periodo de observación, (desde 7:00 hasta 11:00 y desde 17:00 hasta 21:00 horas) en cada tratamiento y para el promedio de los efectos principales.

Cuadro 18: Efecto de la asignación de forraje (AF) y la frecuencia en el cambio de franja (CF) sobre la actividad de pastoreo en novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*

		Asignación de forraje (kg MS/100 kg peso vivo)		Media
		3	9	
Frecuencia de cambio de franja (días)	1	0,77	0,86	0,82 B
	3 4	0,81	0,87	0,84 B
	7	0,89	0,91	0,90 A
Media		0,83 a	0,88 b	

* Periodo de observación durante las horas luz (7:00 a 11:00 y de 17:00 a 21:00 hs).

Los animales eran retirados de la pastura durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

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 $P < 0,05$.

La información presentada en el cuadro 18 indica que los animales con mayor disponibilidad de AF dedicaron más tiempo a la actividad de pastoreo para las tres frecuencias de CF, coincidiendo con el mayor CMS registrado para dichos animales. La actividad de pastoreo también aumenta a medida que el tiempo de permanencia en la franja aumenta para ambas AF.

En el cuadro 19 se presentan las medias ajustadas para el efecto de la frecuencia de CF y el día dentro de la semana sobre el comportamiento ingestivo.

Cuadro 19: Efecto de la interacción CF x día dentro de semana sobre la actividad de pastoreo de novillos pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*

CF	Día dentro de semana		
	1	2	3
1	0,77 e	0,82 cde	0,86 bcd
3 4	0,79 de	0,88 abc	0,85 cde
7	0,81 cde	0,93 ab	0,93 a

* Periodo de observación durante las horas luz (7:00 a 11:00 y de 17:00 a 21:00 hs).

Los animales eran retirados de la pastura durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

a-b: medias seguidas por distintas letras difieren estadísticamente $P < 0,05$.

La variabilidad generada por la interacción CF x día dentro de semana es posiblemente causada por las modificaciones en el comportamiento ingestivo que realizan los animales manejados con CF semanal a medida que transcurren los días de ocupación. Dicho comportamiento podría explicarse por la mayor tasa de defoliación

que presentan dichos tratamientos en el primer día de ocupación y por el efecto que tiene la altura del forraje sobre el peso de los bocados, determinando una mayor actividad de pastoreo a medida que transcurren los días, ya que necesitarían una mayor cantidad de bocados (TB) para lograr un CMS similar.

4.4.1.2 Rumia

La actividad de rumia estuvo significativamente afectada por el nivel de AF ($P=0.0156$), la frecuencia en el CF ($P=0.0331$), mientras que no fue afectada por la interacción entre estas dos variables. Dicha actividad también fue afectada por la semana de tratamiento ($P=0.026$), por el día dentro de la semana ($P=0.0073$) así como también por las interacciones AF x Semana ($P=0.0193$) y CF x día dentro de semana ($P=0.025$).

En el Cuadro 20 se muestra la probabilidad de encontrar los animales realizando actividad de rumia durante el periodo de observación (desde 7:00 a 11:00 y desde 17:00 a 21:00 horas), sobre una pradera de festuca, trébol blanco y lotus.

Cuadro 20: Efecto de la asignación de forraje (AF) y la frecuencia en el cambio de franja (CF) sobre la probabilidad de rumia en novillos durante el verano*, pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y Lotus

		Asignación de forraje (kg MS/100 kg peso vivo)		Media
		3	9	
Frecuencia de cambio de franja (días)	1	0.06	0.05	0.06 AB
	3 4	0.12	0.05	0.08 A
	7	0.06	0.05	0.05 B
Media		0.07 a	0.05 b	

* Periodo de observación durante las horas luz (7:00 a 11:00 y de 17:00 a 21:00 hs).

Los animales eran retirados de la pastura durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

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 $P < 0,05$.

4.4.1.3 Descanso

El tiempo que los animales destinaron al descanso estuvo modificado por el nivel de AF ($P=0.028$), la frecuencia en el CF ($P<0.0001$), la semana de tratamiento ($P<0.0001$) y el día dentro de la semana ($P<0.0001$). A su vez, las interacciones AF x CF ($P=0.035$), CF x semana ($P<0.0001$) y CF x día dentro de la semana también afectaron significativamente el tiempo de descanso.

En el Cuadro 21 se muestra la probabilidad de encontrar los animales descansando durante el periodo de observación (desde 7:00 a 11:00 y desde 17:00 a 21:00 horas), en cada tratamiento y para el promedio de los efectos principales.

Cuadro 21: Efecto de la asignación de forraje (AF) y la frecuencia en el cambio de franja (CF) sobre la probabilidad de descanso en novillos durante el verano*, pastoreando una pradera de festuca, trébol blanco y lotus

		Asignación de forraje (kg MS/100 kg peso vivo)		Media
		3	9	
Frecuencia de cambio de franja (días)	1	0.16 a	0.08 b	0.12 A
	3 4	0.06 bc	0.07 bc	0.07 B
	7	0.05 bc	0.02 c	0.04 B
Media		0.08 a	0.06 b	

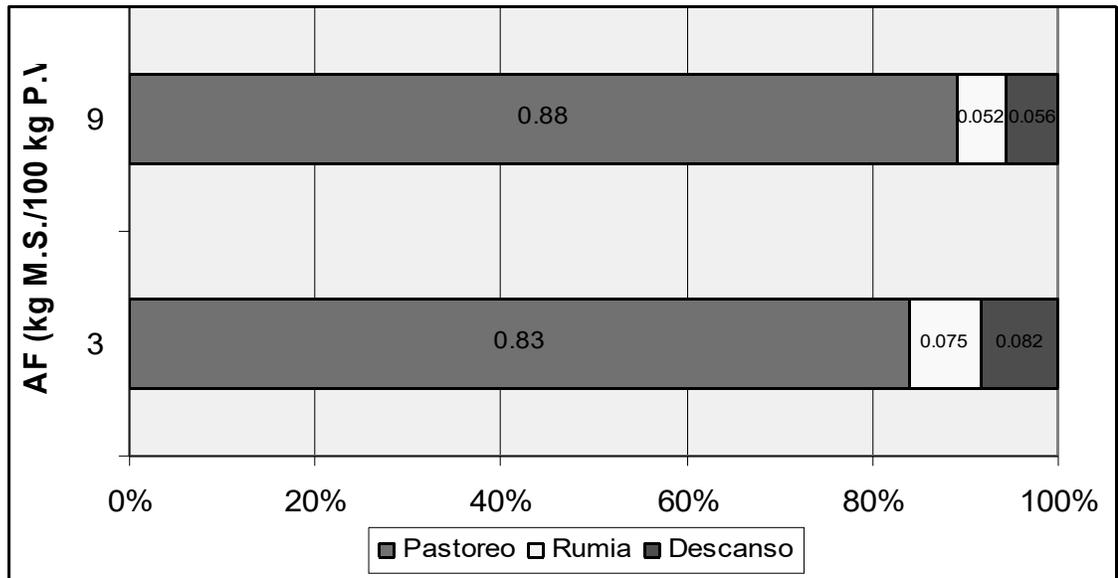
* Periodo de observación durante las horas luz (7:00 a 11:00 y de 17:00 a 21:00 hs).

Los animales eran retirados de la pastura durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

a-b-c: medias seguidas por distintas letras en la fila difieren estadísticamente $P < 0,05$.

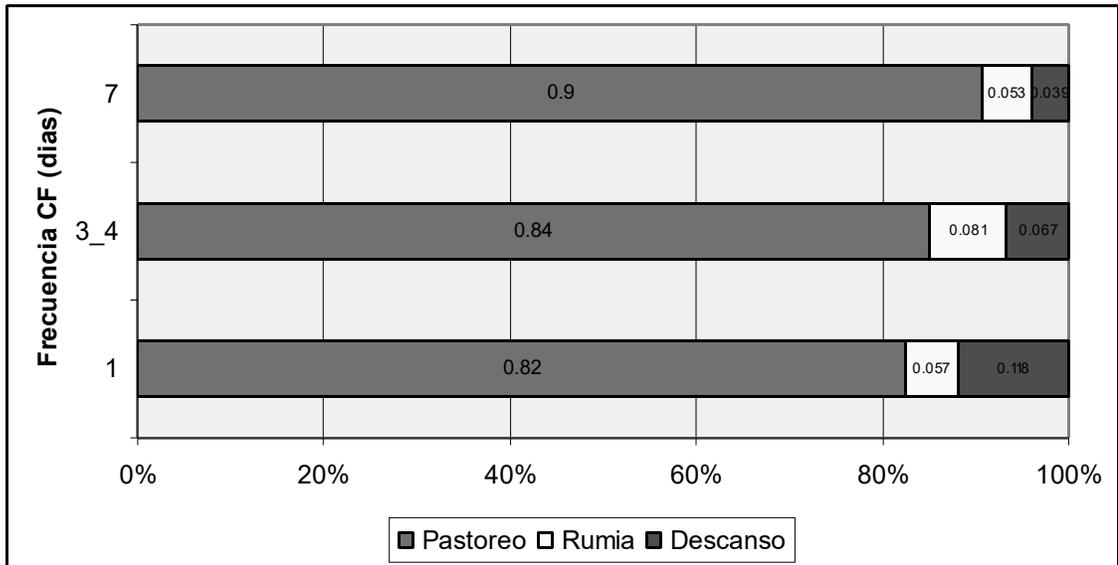
A-B: medias seguidas por distintas letras en la columna difieren estadísticamente $P < 0,05$.

Las gráficas 7 y 8 muestran el efecto de la AF y la frecuencia en el CF, respectivamente, sobre los tiempos de pastoreo, rumia y descanso en la actividad del animal durante el tiempo de observación (7:00 a 11:00 y 17:00 a 21:00 horas).



Grafica 7: Efecto del nivel de (AF) sobre el tiempo relativo de pastoreo, rumia y descanso de novillos durante el verano, con encierro durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas), sobre una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus

La mayor oferta de forraje produjo un aumento significativo en el tiempo que los animales dedican a la actividad de pastoreo, en detrimento del tiempo que se encuentran descansando y rumiando.



Grafica 8: Efecto de la frecuencia en el CF sobre el tiempo relativo de pastoreo, rumia y descanso de novillos Hereford durante el verano, con encierro durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas), sobre una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus

Los animales con una mayor frecuencia de rotación de la franja dedicaron una menor cantidad de tiempo a la actividad de pastoreo, siendo esa diferencia destinada mayormente al aumento en el tiempo de descanso.

4.4.2 Patrón de pastoreo

El patrón de pastoreo describe la distribución de la actividad de pastoreo a lo largo del día, en intervalos de 2 horas durante el periodo de observación.

4.4.2.1 Patrón diario del pastoreo de búsqueda

El pastoreo de búsqueda fue afectado significativamente por el día dentro de la semana ($P < 0,0001$) para todos los horarios de observación. También hubo efectos significativos en la interacción CF x Semana pero solamente en los horarios de la mañana (PB de 7:00 a 9:00 hs $\rightarrow P = 0,01$ y PB de 9:00 a 11:00 hs $\rightarrow P = 0,0009$). La triple interacción AF x CF x Semana fue significativa en los horarios de 09:00 a 11:00 y 17:00 a 19:00 horas.

En el cuadro 22 se presenta la probabilidad asociada al efecto de la AF, el CF y su interacción sobre la actividad de pastoreo de búsqueda a lo largo del día.

Cuadro 22: Significancia (valor de P) de los efectos, asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF) y su interacción, sobre el tiempo de pastoreo búsqueda evaluado para intervalo de dos horas durante el periodo de observación*

	17-19hs	19-21hs	7-9hs	9-11hs
AF	0,95	0,99	0,22	0,47
CF	0,99	0,98	0,06	0,0002
AF*CF	0,14	0,99	0,15	0,76

* Periodo de observación durante las horas luz (7:00 a 11:00 y de 17:00 a 21:00 hs).

Los animales eran retirados de la pastura durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

La frecuencia de CF afectó la actividad de PB solamente en el horario entre las 9 y las 11 horas de la mañana, siendo mayor el tiempo dedicado a dicha actividad para

los tratamientos con cambio de franja diario (7 % del tiempo de observación), en comparación con las otras frecuencias de CF (3 y 7 días), las cuales no difirieron estadísticamente entre ellas (3% y 4% respectivamente). Ni la AF ni la interacción entre ambas afectaron el tiempo de PB en ningún horario a lo largo del día.

El efecto significativo causado por el día dentro de la semana puede atribuirse a los tratamientos con menor frecuencia de rotación, debido a que a medida que transcurren los días de permanencia dentro de la misma parcela, disminuye la disponibilidad de forraje, provocando una mayor búsqueda de forraje por parte de los animales.

4.4.2.2 Pastoreo efectivo

El tiempo dedicado al pastoreo efectivo presentó variaciones a lo largo del día, asociadas a la AF, a la frecuencia de CF y a la interacción AF x CF (Cuadro 23), así como también debidas a la semana y al día dentro de la semana.

Cuadro 23: Significancia (valor de P) de los efectos, asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF) y su interacción, sobre el tiempo de pastoreo efectivo realizado por novillos para cada intervalo de dos horas durante el periodo de observación*

	17-19hs	19-21hs	7-9hs	9-11hs	
AF	<,0001	<,0001	0,04	0,002	* Periodo de
CF	0,0009	0,03	<,0001	0,0001	
AF*CF	0,24	0,77	0,004	0,18	
Semanas	<,0001	<,0001	0,003	0,11	
Día dentro semana	<,0001	0,51	<,0001	<,0001	

observación durante las horas luz (7:00 a 11:00 y de 17:00 a 21:00 hs). Los animales eran retirados de la pastura durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

La AF y CF afectaron el tiempo de pastoreo efectivo en todos los intervalos de dos horas a lo largo del día, en tanto, solo hubo efecto en la interacción de ambas, en el intervalo de 7 a 9 de la mañana.

El efecto semana fue significativo en los intervalos de dos horas analizados con excepción del intervalo de tiempo previo al encierro con sombra y agua, mientras que el efecto día dentro de semana no fue significativo en el último intervalo de tiempo medido durante el día (19:00 a 21:00 horas).

Los mayores picos de actividad de pastoreo efectivo para todos los tratamientos se registran en el intervalo de horas posteriores al encierro del mediodía, coincidiendo que el ayuno previo al pastoreo aumenta la proporción del tiempo dedicada a esta

actividad. En los horarios de la tarde, los tratamientos con AF 3% presentaron valores más altos de actividad de pastoreo efectivo en comparación con los tratamientos manejados AF 9% (29% y 23% respectivamente), proceso que se invierte en los horarios de la mañana (14% vs 17%), obedeciendo básicamente al escaso forraje que presentaban las parcelas manejadas con AF 3% y principalmente aquellas con CF diario.

Con respecto al CF, ocurre algo similar que con la AF, durante las horas de la tarde los tratamientos con cambio de franja diario fueron los que presentaron mayor actividad de pastoreo efectivo (28%), seguidos por los de cambio cada 3-4 días (26%) y por último los de CF semanal (25%). Esto se invierte en los horarios de la mañana, con un 18% del tiempo los de frecuencia de cambio cada 7 días, 17% los de frecuencia cada 3-4 días y por último con un 12% del tiempo, los de CF diaria.

Las gráficas que conforman la figura 5 muestran el patrón de pastoreo en función de la AF y la frecuencia en el CF.

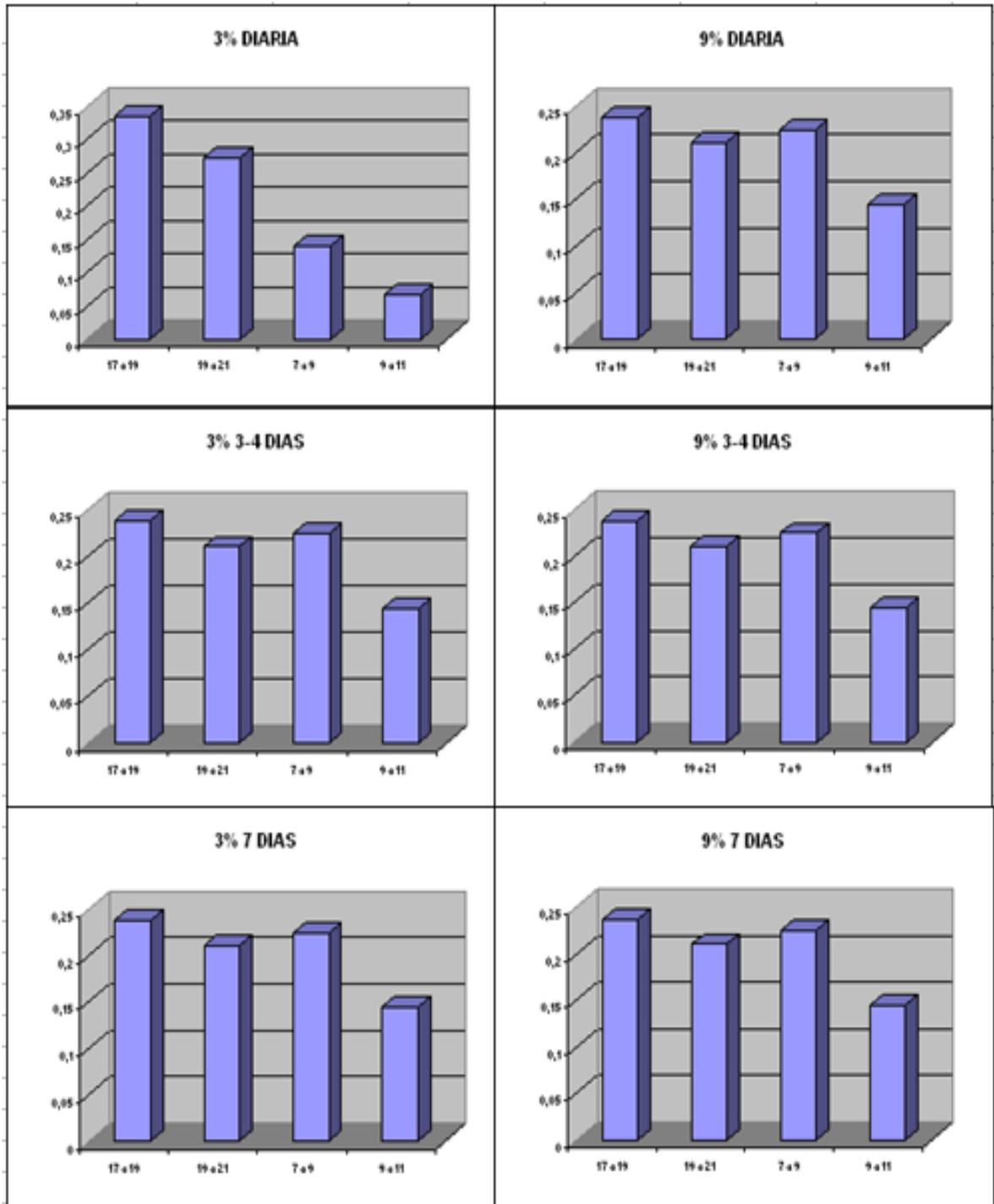


Figura 5: Patrón de pastoreo efectivo horario según AF y CF para novillos Hereford de año y medio en una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano

Se puede apreciar en todos los casos, como era de esperar, que los mayores picos de actividad de pastoreo se registran en el intervalo de horas posterior al encierro del mediodía (ya que pasan varias horas en ayuno). Greenwood y Demment (1998), coinciden en la afirmación de que el ayuno previo al pastoreo aumenta la proporción del tiempo dedicada a esta actividad. Según Gregorini et al. (2006), cuando se manejan los animales en franjas diarias, éstos pastorean más en las horas posteriores al cambio de franja.

Para el tratamiento 1 se observa el claro descenso que se registra en la actividad de pastoreo con el paso de las horas, lo cual se podría atribuir a la disminución en la disponibilidad y altura del forraje que se registra en dichos casos. La altura del forraje podría estar generando una limitante física para el acceso por parte del animal. Además está la posibilidad de que los animales estén esperando el cambio hacia una nueva franja.

Para el resto de los tratamientos, se observa que los animales muestran un comportamiento de pastoreo similar entre ellos. Se aprecia el mayor pico de actividad cuando inician el mismo en la tarde (posterior al encierro), con otro claro pico de actividad de pastoreo en el primer intervalo medido de 2 horas de la mañana siguiente. Esto es coincidente con lo expresado por Hodgson (1990), quien define un patrón básico de comportamiento de los animales, donde reinician el pastoreo en las primeras horas de luz de la mañana. Dicho autor destaca tres o eventualmente cuatro

sesiones de pastoreo, siendo las más importantes en la mañana temprano y al final del día.

4.4.2.3 Rumia

En el cuadro 24 se presentan los valores de significancia para la rumia en distintos momentos del día.

Cuadro 24: Significancia (Valor de P) de los efectos asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF), su interacción, triple interacción AF x CF x Semana y día dentro de semana sobre el tiempo de rumia de novillos para cada intervalo de dos horas durante el periodo de observación, sobre una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*

	17-19 hs	19-21 hs	7-9 hs	9-11 hs
AF	1	0.99	0.93	0.45
CF	0.99	1	0.99	0.06
AF*CF	0.99	0.65	0.39	0.06
AF*CF*SEMANA	1	-	0.14	0.09
DIA_DENTROSE	0.99	0.67	0.005	0.12

* Periodo de observación durante las horas luz (7:00 a 11:00 y de 17:00 a 21:00 hs).

Los animales eran retirados de la pastura durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

El tiempo dedicado a la actividad de rumia no fue afectado en ninguna de las franjas horarias estudiadas por la AF, CF, AFxCF ni AFxCFxSemana, presentando

diferencias significativas únicamente por el día dentro de semana en el horario de 07:00 a 09:00 horas.

4.4.2.4 Descanso

En el cuadro 25 se presentan los valores de significancia para el descanso en distintos momentos del día.

Cuadro 25: Significancia (Valor de P) de los efectos, asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF), su interacción, triple interacción AF x CF x Semana y día dentro de semana sobre el tiempo de descanso de novillos, para cada intervalo de dos horas durante el periodo de observación, sobre una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*

	17-19 hs	19-21 hs	7-9 hs	9-11 hs
AF	0.80	0.98	0.96	0.87
CF	0.89	1	0.86	0.90
AF*CF	0.84	0.99	0.97	0.86
AF*CF*SEMANA	0.74	0.51	0.16	0.22
DIA_DENTROSE	0.37	0.78	0.0001	0.01

* Periodo de observación durante las horas luz (7:00 a 11:00 y de 17:00 a 21:00 hs).

Los animales eran retirados de la pastura durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

Al igual que para la rumia, la única variable que provocó cambios significativos dentro del tiempo dedicado al descanso fue el día dentro de semana, siendo estas diferencias observadas en las horas de la mañana.

4.4.3 Tasa de bocado

La tasa de bocado promedio a lo largo del día se vio afectada por la frecuencia de CF ($P < 0,0001$) y por las interacciones AF x Semana ($P < 0,0001$), CF x Semana ($P < 0,0001$), AF x CF x Semana ($P < 0,0001$), Día dentro de semana ($P = 0,0139$), AF x Día dentro de semana ($P = 0,0014$), CF x Día dentro de semana ($P = 0,0141$). Contrariamente no fue afectada por la AF, ni por la Semana, ni por las interacciones entre AF x CF y AF x CF x Día dentro de semana. La significancia de los efectos AF, CF y AF x CF para cada intervalo de 2 horas entre las 17:00 y la 11:00 horas, se presenta en el cuadro 26.

Cuadro 26: Significancia (valor de P) de los efectos, asignación de forraje (AF), frecuencia de cambio de franja (CF) y su interacción, sobre la tasa de bocado de novillos, medida cada dos horas durante el periodo de observación, sobre una pradera de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano*

	17hs	19hs	21hs	7hs	9hs	11hs
AF	0,008	0,54	0,65	0,06	0,06	0,50
CF	<,0001	0,0002	0,22	0,87	0,87	0,32
AF*CF	0,025	0,14	0,26	0,57	0,57	0,30

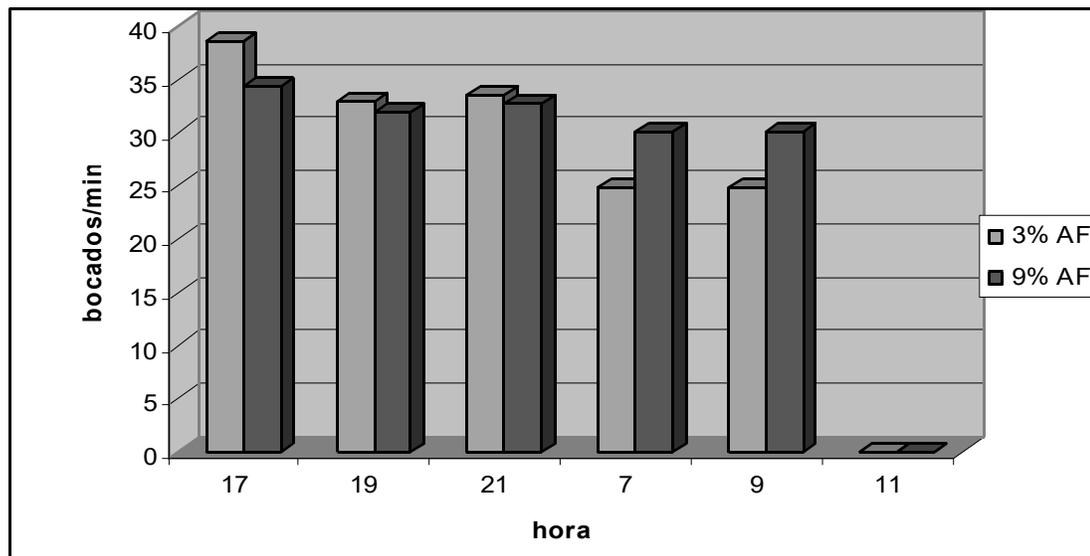
* Periodo de observación durante las horas luz (7:00 a 11:00 y de 17:00 a 21:00 hs).

Los animales eran retirados de la pastura durante las horas de mayor radiación (11:00 a 17:00 horas).

La AF afectó la tasa de bocado solamente a las 17 horas, en tanto la frecuencia de CF produjo un efecto sobre la tasa de bocado en los dos horarios medidos

posteriores al encierro del mediodía, no existiendo diferencias significativas en los restantes horarios. Existió interacción entre ambas variables únicamente en el horario de las 17.

Las graficas 9 y 10 muestran la tasa de bocado en función de la AF y la CF.

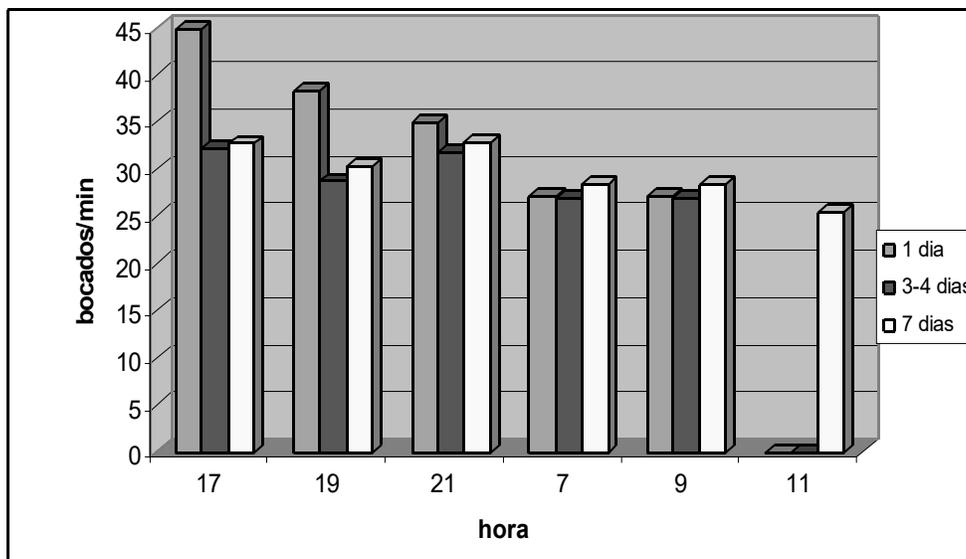


Grafica 9: Tasa de bocado según hora del día en función de la AF para novillos Hereford de año y medio en una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano

En la gráfica 9 podemos apreciar los mayores valores que se registran en la TB por minuto en el horario de las 17 horas (correspondiendo con el ingreso de los animales a la franja luego del encierro), dando 39 y 34 bocados/minuto en los tratamientos de 3% y 9% de AF respectivamente. Los mayores valores de TB que se registran en dicho horario, estarían explicados por el ayuno provocado por el encierro,

el cual determina que los animales experimenten una sensación de hambre, haciendo que aumente la velocidad de ingestión. Esto es reportado por Greenwood y Demment (1998), Cortazzo et al. (2007).

Las elevadas TB registradas en los animales luego del ayuno provocado por el encierro, disminuyen al transcurrir las horas y no presentan diferencias significativas en los restantes horarios de la tarde, manteniéndose constantes hasta el término del día. Durante la mañana siguiente, se comprobó la situación inversa, ya que los mayores valores de TB se registraron en los tratamientos con alta AF (25 y 30 bocados/minuto para AF 3% y 9% respectivamente).



Grafica 10: Tasa de bocado según hora del día en función de la frecuencia de CF para novillos Hereford de año y medio en una pradera mezcla de festuca, trébol blanco y lotus durante el verano

En las franjas diarias se observó una mayor tasa de bocado (45 bocados/minuto) en las primeras horas de ingreso en una nueva franja, correspondiendo con los horarios posteriores del encierro del mediodía. Coincidiendo con Gregorini et al. (2006), en que la tasa de bocado es mayor luego de la entrada a una nueva parcela cuando la franja es diaria. A su vez, Judd et al. (1994) agrega que en las franjas diarias, la presencia de otros animales y la competencia por el alimento llevan a aumentar la tasa de consumo al ingresar a una nueva parcela. Estas diferencias tienden a disminuirse con el paso de las horas, no presentando diferencias significativas en la TB entre los diferentes tratamientos.

En las franjas semanales y de 3-4 días, la tasa de bocado fue mayor en la tarde que en la mañana, lográndose las mayores tasas de bocado a las 21 horas, con 32 y 33 bocados/minuto para CF cada 3-4 y 7 días respectivamente. Concordando con Arnold (1981), Hodgson (1990), Gregorini et al. (2006), en que cuando el cambio de franja no es diario, los pastoreos tienden a ser más intensivos al atardecer, aumentando no solo el tiempo de pastoreo, sino también la tasa de bocado.

4.5 INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

Con la información recabada a lo largo del experimento se construyeron indicadores usados comúnmente para evaluar sistemas de producción de carne, los cuales se presentan en el cuadro 27.

Cuadro 27: Ganancia Media Diaria (GMD), Eficiencia de conversión de la MS y producción de carne por hectárea.

Tratamiento	GMD	Eficiencia de conversión	Producción de carne/ha
1	0,365	11,8	150
2	0,318	17,5	139
3	0,356	15,1	159
4	0,509	11,5	74
5	0,464	13,7	74
6	0,499	13	75

GMD: Ganancia Media Diaria (kg/animal/día)

Eficiencia de Conversión: kg de MS consumidos/kg de peso vivo ganado (kg MS/kg PV).

Producción de Carne/ha: kg de carne producida/ha.

No se observó una diferencia entre las distintas AF al observar la eficiencia de conversión, lo cual contrasta con las GMD para cada AF, donde si se observa una diferencia a favor de los tratamientos con AF 9% con respecto a los tratamientos con 3%.

En cuanto a la producción de carne/ha, esta fue muy similar entre tratamientos con igual AF, pero difirió notoriamente entre las dos AF.

4.6. DISCUSION GENERAL

La evolución del PV fue afectada solamente por la AF, donde los animales manejados a una AF del 9% tuvieron una GMD de 0,145 kg/animal/día mayor que los

manejados a una AF de 3%. Dentro de cada AF, no se observan diferencias por efecto de las frecuencias de CF, solamente se percibe una GMD levemente mayor en los animales pertenecientes a los tratamientos con CF diario y cada siete días, con respecto a los tratamientos con CF cada 3-4 días.

En sistemas de producción de carne intensiva la cantidad de forraje asignado y la forma en que los animales acceden al mismo influye directamente en los resultados obtenidos.

A mayor disponibilidad de forraje, disminuye el aprovechamiento del mismo, esto mejora las posibilidades de seleccionar forrajes de mayor calidad por parte de los animales y así obtener una mejor performance individual. Esto trae como contrapartida una menor productividad por unidad de superficie y un mayor desperdicio de la pastura.

Se observa una mayor tasa de defoliación a AF de 3%, coincidiendo con la mayor utilización de la pastura en dichos tratamientos. En las parcelas donde los animales fueron manejados con AF 9% y más de un día de permanencia en la franja, la tasa de defoliación fue más constante entre días, respecto de los tratamientos manejados con AF 3%. Esto se asocia a que los animales en condiciones de alta disponibilidad de MS no alcanzan a pastorear en los estratos inferiores de la pastura, registrándose alturas de forraje remanente mayores.

Con respecto al CMS los animales manejados al 9% consumieron un 22% más que los otros. Esto evidencia que al 3% de AF no se alcanza el consumo potencial y lleva a obtener una menor ganancia de peso individual.

La actividad de pastoreo presentó valores mayores a AF 9%, presentando mayor tiempo dedicado al pastoreo efectivo. En las franjas diarias y a bajas AF, los animales pastorean más en las horas posteriores al cambio de franja, disminuyendo notoriamente la actividad de pastoreo con el paso de las horas. Esto se podría atribuir a la consiguiente disminución en la disponibilidad y altura del forraje.

A diferencia del Tratamiento 1, el resto de los animales mostraron un comportamiento de pastoreo similar entre ellos, destacándose además del pico de pastoreo que realizan post encierro, otro claro pico de la actividad de pastoreo durante el primer intervalo medido de 2 horas de la mañana siguiente, coincidiendo con el patrón básico de comportamiento de los animales, donde reinician el pastoreo en las primeras horas de luz de la mañana.

5 CONCLUSIONES

La ganancia de peso vivo de novillos Hereford pastoreado praderas permanentes en verano, aumenta al aumentar la asignación de forraje de 3 a 9%, esto asociado a un incremento del consumo de materia seca.

En condiciones de pastoreo rotativo en franjas, la respuesta animal en ganancia diaria frente a los cambios en la asignación de forraje es independiente del la frecuencia de cambio de franja, cuando esta varía entre 1 y 7 días.

La frecuencia de CF modifica el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado, sin afectar el CMS realizado por los animales manejados a una misma AF. Al incrementar la frecuencia de cambio de franja, el menor tiempo de pastoreo es compensado por la mayor tasa de bocados.

6 RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de variables asociadas al manejo del pastoreo, sobre la performance animal bajo dos niveles de asignación de forraje (3 y 9% PV) y de tres frecuencias de cambio de franja (1, 3 y 7 días) de novillos Hereford de sobre año, pastoreando una pradera mezcla durante el periodo estival. El experimento fue realizado en la Unidad de Producción Intensiva de Carne de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" (E.E.M.A.C.), Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay. El periodo experimental fue desarrollado durante 57 días (desde 11/1/2007 al 8/3/2007), donde los animales pastoreaban sobre una pradera de segundo año mezcla de *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, en forma rotativa. Se utilizaron para el experimento 48 novillos Hereford, nacidos en la primavera de 2005. Los animales comenzaron el experimento con un peso vivo promedio de 276 ± 33.5 kg, fueron asignados al azar en seis tratamientos. Los tratamientos son el resultado de un arreglo factorial de tres frecuencias de cambio de franja, bajo dos niveles de asignación de forraje, contando cada tratamiento con 8 novillos. Diariamente los animales fueron retirados de la pastura entre las 11:00 y las 17:00 hs y trasladados a un corral próximo al potrero, donde tuvieron acceso a sombra y agua. Durante el periodo experimental, los animales manejados al 9% de asignación de forraje tuvieron un aumento del consumo de materia seca de 22% en comparación con los manejados al 3%. Esto se vio reflejado en la ganancia media diaria por animal, la cual fue afectada significativamente por la asignación de forraje ($P < 0,0007$), siendo mayor la ganancia

diaria en los animales manejados al 9%, en comparación con los animales manejados al 3% (0,491 kg/animal/día y 0,346 kg/animal/día respectivamente). Por otra parte, ni la frecuencia de cambio de franja ni su interacción con asignación de forraje mostraron efecto significativo sobre la ganancia media diaria, ($P=0,65$) y ($P=0,9995$) respectivamente.

Palabras clave: Novillos; Verano; Asignación de forraje; Cambio de franja; Peso vivo.

7 SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the impact of variables associated with the managing of the shepherding, of two levels of forage allowance (3 and 9% LW) at three grazing frequencies (1, 3 and 7 days) on animal performance of yearling Hereford steers, grazing a mixed pasture during summer. The experiment took place at the Intensive Beef Production Unit at the “Dr. Mario A. Cassinoni” Experimental Station (E.E.M.A.C), Agronomics University, located in Paysandú, Uruguay. The experimental period duration was of 57 days (from 11/1/2007 up to 8/3/2007), where animals rotationally grazed a mixed pasture of *Festuca arundinacia*, *Lotus corniculatus* and *Trifolium repens*. Forty eight yearling steers which where born on spring of 2005 where used on the experiment, with an initial live weight of 276 ± 33.5 kg. Treatments where obtained from a factorial adjustment of three grazing frequencies, under two levels of forage allowance, resulting in six treatments with eight animals each. Every day, steers where moved from the pasture to an alternative pen, provided with water and shadow between 11:00 and 17:00 hours. During the experimental period, animals with 9% of forage allowance raised the dry matter intake in 22%, compared to those with 3% of forage allowance. Average daily gain, was significantly affected by forage allowance ($P < 0,0007$), being the daily gain greater in those animals with 9% of forage allowance, compared to those with 3% (0,491 kg/animal/day and 0,346 kg/animal/day respectively). On the other hand, nor grazing frequency or it's interaction with forage allowance showed a significant effect over average daily gain ($P = 0,65$) and ($P = 0,9995$) respectively.

Key words: Steers; Summer; Forage allowance; Grazing frequency; Live weight.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ADAMI, I.; BENTANCUR, R.; ESTEVES, M. 2008. Efecto del encierro diurno sobre la respuesta a la suplementación energética estival en novillos pastoreando pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 97 p.
2. AGNUSDEI, M. G. 2007. Calidad nutritiva del forraje. (en línea). In: Grupo Producción y Utilización de Pasturas. Agromercado temático. Buenos Aires, INTA E.E.A, Balcarce. pp. 11-17. Consultado 21 abr. 2008. Disponible en <http://www.produccionbovina.com.ar>
3. AGUIRREZABALA, M.; OFICIALDEGUI, R. 1993. Simulación del consumo bovino y ovino en condiciones de pastoreo. Producción Ovina. no. 6: 88-110.
4. ALLEN. M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. Journal of Animal Science. 74: 3063-3075.
5. ARNOLD, G.W. 1981. Grazing behavior. In: Morley, F.H.W. ed. Grazing animals. Amsterdam, Elsevier. pp. 79-104.
6. BARNES, R. F.; NELSON, C. J.; COLLINS, M.; MOORE, K. J. 2003. Forages; an introduction to grassland agriculture. 6th. ed. s.l., Iowa State Press. v.1, 556 p.
7. BAVERA, G. A.; BOCCO, O. A. 2001. Carga animal. (en línea). In: Cursos de Producción Bovina de Carne (2001). Textos. s.l., UNRC. FAV. s.p. Consultado 21 oct. 2007. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%sistemas/71-carga_animal.htm
8. BECOÑA, G.; CASELLA, M. P. 1999. Efecto de la sombra sobre el comportamiento animal de terneros Holando y Hereford en el periodo estival. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 97 p.
9. BERETTA, V.; SIMEONE, A.; ELIZALDE, J. C.; BALDI, F. 2003. Summer response of grazing cattle to varying forage allowance and supplementation on mixed grass and legume pastures. In: World Animal Production Conference (2003, Porto Alegre, BR). Proceedings. s.n.t. p. 68.
10. BERTESLEN, B. S.; FAULKNER, D. B.; BUSKIRK, D. D.; CASTREE, J. W. 1993. Beef cattle performance and forage characteristics of continuous, 6-paddock, and 11-paddock grazing systems. Journal of Animal Science. 71: 1381-1389.

11. BIANCHI, G. 2006. Alternativas tecnológicas para la producción de carne ovina de calidad en sistemas pastoriles. Montevideo, Hemisferio Sur. 283 p.
12. BIRKELO, C. P. JOHNSON, D. E. PHETTEPLACE, H. P. 1991. Maintenance requirements of beef cattle as affected by season on different planes of nutrition. (en línea). Journal of Animal Science. 69 (3): 1214-1222. Consultado 11 set. 2008. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/content/abstract/69/3/1214>
13. CAMERON, E. A. MORETTO, M. ARONNA, M. S. ROMERO, L. A. 2002. Intensificación del sistema de pastoreo rotativo de franjas diarias con vacas lecheras con acceso a sombra natural y nivel de asignación forrajera similar. (en línea). s.l., INTA Rafaela. s.p. Consultado 10 abr. 2008. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/02-pastoreo_intensivo_lecheras.htm
14. CANGIANO, C.A.; GALLI, J. R.; DICHIO, L.; ROZYPALEK, S. H.; PECE, M. A. 1997a. Dimensiones del bocado de vacas lecheras pastoreando verdeos de verano I. Revista Argentina de Producción Animal. 17 (1): 92-93.
15. _____. 1997b. Dimensiones del bocado de vacas lecheras pastoreando verdeos de verano II. Revista Argentina de Producción Animal. 17 (1): 94-95.
16. _____. 1997c. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. La Barrosa. 145 p.
17. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
18. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
19. CORTAZZO, D.; MARCHELLI, J. P.; VIERA, G.; ZABALA, A. 2007. Efecto del encierro diurno durante el periodo estival sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas mezclas en dos asignaciones de forraje. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 127 p.
20. CHILIBROSTE, P.; TAMMINGA, S.; VAN BRUCHEN, J.; VAN DER TOGT. 1998a. Effect of allowed grazing time, inert rumen bulk and length of starvation before grazing on the weight, composition and fermentative end products of the rumen contents of lactating dairy cows. Grass and Forages Science. 53: 146-156.

21. _____. 1998b. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; I. Predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
22. _____. 1998c. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; II. Balance de nutrientes. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 8-12.
23. DE LEON, M. 2004. Pautas para el manejo de pasturas subtropicales. (en línea). Córdoba, INTA. Centro Regional Córdoba. s.p. Consultado 10 set. 2008. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/17-ampliando_frontera_ganadera.htm
24. DI MARCO, O. N. 1998. Gasto energético de los vacunos en pastoreo. In: Congreso AAPA (1998, Paysandú). Trabajos presentados. Oeste Ganadero 1 (1): 22-24.
25. _____.; AELLO, M. 2003a. Costo energético de la actividad de vacunos en pastoreo y su efecto en la producción. (en línea). Balcarce. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias/INTA. Unidad Integrada Balcarce. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. s.p. Consultado 31 ago. 2008. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/01-costo_energetico_de_actividad_en_pastoreo_efecto.htm
26. _____. 2003b. Costo energético de la actividad de vacunos en pastoreo y su efecto en la producción. (en línea). Archivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia. 53 (1): 105-110. Consultado 12 set. 2008. Disponible en http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/costo_energ.htm
27. DUMESTRE, J.; RODRIGUEZ, N. 1995. Efecto de niveles de suplementación con grano y frecuencia en el cambio de parcela de pastoreo en el comportamiento de novillos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.

28. DURÁN, A. 1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
29. ELIZALDE, J. C. 2001. Utilización eficiente del pasto y terminación a corral. (en línea). In: Jornada de Actualización Técnica Ganadera (2001, Villa Mercedes). La ganadería regional y su perspectiva. Villa Mercedes, San Luis, INTA. Unidad Integrada Balcarce. s.p. Consultado 17 oct. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/49-eficiencia_pasto.htm
30. FARIELLO, S.; PEREZ, M. 2008. Efecto de la frecuencia de cambio de franja e intensidad de pastoreo sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes en otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 57 p.
31. FERNANDEZ, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. Revista Plan Agropecuario. no. 85: 6-9.
32. FERNANDEZ RIDANO, C. E. 2005. Pastoreo racional Voisin. (en línea). Córdoba, INTA. Centro Regional Cordoba. s.p Consultado 10 abr. 2008. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/37-pastoreo_racional_voisin.htm
33. FORBES, T. 1988. Researching the plant-animal interface; the investigation of ingestive behavior in grazing animals. Journal of Animal Science. 66: 2369-2379.
34. GALLI, J. R. 1997. Planificación forrajera. In: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. La Barrosa. pp. 129-137
35. GANZABAL, A. 1997. Alimentación de ovinos con pasturas sembradas. Montevideo, INIA. 43 p. (Serie Técnica no. 84).
36. GEKARA, O. J.; PRIGGE, E. C.; BRYANA, W. B.; SCHETTINI, M.; NESTOR, E. L.; TOWNSEND, E. C. 2001. Influence of pasture sward height and concentrate supplementation on intake, digestibility, and grazing time of lactating beef cows. Journal of Animal Science. 79: 745-752.
37. GIORDANI, C. A. 1973. Métodos de aprovechamiento de pasturas. (en línea). Revista CREA. no. 8: s.p. Consultado 15 abr. 2008. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/26-aprovechamiento_pasturas.htm

38. GIRAUDO, M. 2003. Estrés térmico. (en línea). Córdoba, Argentina, INTA. pp. 29-33. Consultado 3 jun. 2008. Disponible en http://www.produccionbovina.com/clima_y_ambientacion/09-stres.html
39. GREENWOOD, G. B.; DEMMENT, M. W. 1998. The effect of fasting on short-term cattle grazing behavior. *Grass and Forage Science*. 43: 377-386
40. GREGORINI, P.; EIRIN, M.; REFI, R.; URSINO, M.; ANSIN, O. E.; GUNTER, S. A. 2006. Timing of herbage allocation in strip grazing; effects on grazing pattern and performance of beef heifers. *Journal of Animal Science*. 84: 1943-1950
41. _____. 2007. Hagamos pastorear los animales al atardecer. (en línea). s.l., Universidad Nacional de la Plata. s.p. Consultado 12 feb. 2008. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/59-pastorear_al_atardecer.htm
42. GUNTER, S. A.; McCOLLUM III, F. T.; GILLEN, R. L. 1997. Forage intake by and site and extent of digestion in beef cattle grazing midgrass prairie rangeland or plains bluestem pasture throughout the summer. *Journal of Animal Science*. 75: 490-501.
43. HARDOY, A.; DANELON, J. L. 1989. Selección de la dieta y consumo de rumiantes en pastoreo. *Nutrición Animal Aplicada*. 2 (8): 32-34.
44. HODGSON, J. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Longman Scientific and Technical. 203 p.
45. 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. 96 p.
46. JUDD, T. G.; THOMSON, N. A.; BARNES, M. L. 1994. The effect of block and paddock grazing in winter on cow behavior, cow performance and herbage accumulation. *Proceedings of the New Zeland Society of Animal Production*. 54: 91-94
47. KLOSTER, A. M.; LATIMORI, N. J.; AMIGONE, M. A. 2000. Evaluación de dos sistemas de pastoreo rotativo a dos niveles de asignación de forraje en una pastura de alfalfa y gramíneas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 20 (3-4): 187-198.
48. KROMANN, R. P. 1973. Evaluation of Net Energy Systems. *Journal of Animal Science*. 37: 200-212

49. LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; SELIGMAN, N.; DEMMENT, M. W. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous sward. *Grass and Forage Science*. 47 (1): 91-102.
50. LEBORGNE, R. 1984. Antecedentes técnicos y metodología para presupuestación en establecimientos lecheros. 2da. ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.
51. LYONS, R. K.; MACHEN, R.; FORBES, T. D. A. 2001. Entendiendo el consumo de forraje de los animales en pastizales. (en línea). s.l., Texas AgriLife Extensión Service. s.p. Consultado 13 jul. 2007. Disponible en <http://extensionespanol.net/pubinfo.cfm?pubid=36>
52. MADER, T. L.; HOLT, S. M.; HAHN, G. L.; DAVIS, M. S.; SPIERS, D. E. 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. (en línea). *Journal of Animal Science*. 80: 2373-2382. Consultado 3 abr. 2008. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/content/full/80/9/2373?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=mader&searchid=1&FIRSTINDEX=0&resourcetype=HWCIT>
53. MARIATEGUI, P.; SPEICYS, C.; URRETABIZKAYA, N.; FERNANDEZ, E. 2001. Efecto de *Ontherus sulcator* F. (Coleoptera: Scarabaeidae) en la incorporación de estiércol al suelo. (en línea). *Zootecnia Tropical*. 19 (2): 131-138. Consultado 3 set. 2008. Disponible en <http://www.bionline.org.br>
54. MENA, M. A.; HERNANDEZ, A.; ENRIQUEZ, J. F.; PEREZ, J. ZARAGOZA, J. L. VELASCO, M. E.; AVELLANEDA, J. 2007. Efecto de asignaciones de forraje, en pastoreo, sobre pasto insurgente y producción de vaquillas en el trópico. *Agrociencia*. 41: 1-12.
55. MOLITERNO, E. 1997a. Método Agronómico. *Cangüé*. no. 9: 32-36.
56. _____. 1997b. Método Agronómico. *Cangüé*. no. 10: 27-31
57. MORON, A. 1994. El ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta-animal. *In*: Moron, A.; Risso, D. eds. *Nitrógeno en pasturas*. La Estanzuela, INIA. pp. 1-12 (Serie Técnica no. 51).
58. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *In*: *International Grasslands Congress (8th, 1960, Berkshire, England)*. Proceedings. Oxford, Alden Press. pp. 606 – 611.

59. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1981. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D.C., National Academy Press. s.p.
60. _____. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D.C., National Academy Press.
61. _____. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7th. rev. ed. Washington, D.C., National Academy Press. 242 p.
62. NORBIS, H. M. 1994. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. Utilización de pasturas. In: Utilización de pasturas Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 33-68.
63. PALHANO, A. L.; DE FACCIÓ CARVALHO, P. C.; DITTRICH, J. R.; DE MORAES, A.; DA SILVA, S. C.; GOMES MONTEIRO, A. L. 2007. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaca. Revista Brasileira de Zootecnia. 6 (4): 1014-1021.
64. PARSI, J.; GODIO, L.; MIAZZO, R.; MAFFIOLI, R.; ECHEVARRIA, A.; PROVENSAL, P. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. (en línea). s.l., INTA. Consultado 12 jun. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf
65. POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLIER, P.J. 1987. Intake of pastures by grazing ruminants. Livestock feeding on pastures. In: Nicol, A.N. ed. Livestock feeding on pastures. Palmerston, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-64 (Occasional Publication no. 10)
66. REARTE, D. H. 2001. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 8 ago. 2008. Disponible en <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=F943FF9D-FDE6-11D4-9B0400010226AA51&>
67. RODRIGUEZ, D. 2005. Estrategias para hacer más eficiente el consumo de bovinos de carne en pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Universidad de Lomas de Zamora. Facultad de Ciencias Agrarias. s.p. Consultado 11 abr. 2008. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/45-mas_eficiente_e_%20consumo.htm
68. ROMERA, A. J.; GARTIA, G.; MARINO, M. A.; AGNUSDEI, M. 2000. Efecto de la asignación forrajera sobre la ganancia de peso de vaquillonas de recría y la utilización del forraje en pasturas dominada por agropiro durante otoño-

- invierno. *In*: Reunión Latinoamericana de Producción Animal (16^{a.}, 2000 Montevideo) Trabajos presentados. s.n.t. s.p.
69. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 277 p.
 70. _____. 2002. Efecto de la sombra artificial en el engorde de novillos durante los meses de verano. *In*: Jornada Anual de Producción Animal (2002, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. cap. 3, pp. 79-89.
 71. _____.; VALAZCO, J. I. 2007. Sombra; buena para el ganado, mejor para el productor. Engorde de novillos durante el verano. Revista INIA. no. 13: 2-5.
 72. SAS INSTITUTE. 2005. SAS / STAT user's guide, version 9.03. Cary, NC. s.p.
 73. SCHLEGEL, M. L.; WACHENHEIM, C. J.; BENSON, M. E.; BLACK, J. R.; MOLINE, W. J.; RITCHIE, H. D.; SCHWAB, G. D.; RUST, S. R. 2000. Grazing methods and stocking rates for direct seeded alfalfa pastures; I. Plant productivity and animal performance. Journal of Animal Science. 78: 2192 – 2201.
 74. SEVILLA, G.; PASINATO, A. 2004. Consumo de forraje. (en línea). INTA Concepción del Uruguay. Hoja Informativa Electrónica. 4(122): s.p. Consultado 3 mar. 2008. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/80-consumo_forraje.htm
 75. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2004. Manejo nutricional en ganado de carne. *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 1-19.
 76. _____.; _____. 2005. Manejo nutricional en ganado de carne. Suplementación y engorde a corral; cuando y como integrarlos en el sistema ganadero. (en línea). *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2005, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado 23 mar. 2008. Disponible en [http://www.fagro.edu.uy/~eemac/eventos/Jornada%20Anual%20de%20la%20UPIC%20%202005%20\(18-08-05\).PDF](http://www.fagro.edu.uy/~eemac/eventos/Jornada%20Anual%20de%20la%20UPIC%20%202005%20(18-08-05).PDF)
 77. SOSA, O.; MARTIN, B.; ZERPA, G. 2008. Efecto del pisoteo de bovinos sobre la evolución del stand de plantas de una pastura coasociada. (en línea). s.n.t. Consultado 1 set. 2008. Disponible en <http://www.alpa.org.ve>

78. SPÖRNDLY, E.; OLSSIN, I.; BURSTEDT, E. 2000. Grazing by steers at different sward heights on extensive pastures: a study of weight gain and fat deposition. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science*. 50: 184-192.
79. UNGAR, E. D. 1996. Ingestive behavior. *In: The ecology and management of grazing systems*. s.l., CAB. pp. 185-218.
80. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1000000. Montevideo. 103 p.
81. USTARROZ, E.; DE LEON, M. s.f. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. (en línea). INTA Manfredi. Informe Técnico no. 7. 32 p. Consultado 13 oct. 2007. Disponible en http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentos/docprodani/deleon/Infor_tec_7.pdf
82. _____; KLOSTER, A.; LATIMORI, N.; SANIBONI, C.; MENDEZ, D. 1998. Intensificación de la invernada sobre pasturas base alfalfa. (en línea). *Oeste Ganadero*. 1(2): 4-19. Consultado 17 oct. 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engor_de_pastoril_o_a_campo/32-intensificacion_de_la_invernada_sobre_alfalfa.htm
83. VAN SOEST, P. J. 1982. *Nutritional ecology of ruminant*. Itaca, New York, Cornell University. pp. 23-293.
84. VAZ MARTINS, D. 1997. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. *In: Suplementación estratégica para el engorde de ganado*. Montevideo, INIA. pp. 17-22. (Serie Técnica no. 83)
85. WILLIAMS, C. B.; JENKINS, T. G. 2003. Metabolizable energy utilization for maintenance and support metabolism. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. I. *Journal of Animal Science*. 81: 1371-1381.

1 ANEXOS

Anexo 1:

Temperatura mínima, máxima y promedio y precipitaciones registradas durante el periodo experimental.

Fecha	Temp. Mínima (°C)	Temp. Máxima (°C)	Promedio Temp. (°C)	Lluvias (mm)
01-01-07	24	35.8	29.9	
02-01-07	24.9	37	30.95	48
03-01-07	22	31.6	26.8	0.3
04-01-07	22.7	32.4	27.55	0.3
05-01-07	21	28.5	24.75	
06-01-07	15.8	29.5	22.65	
07-01-07	18	26	22	
08-01-07	18.2	31.1	24.65	trazas
09-01-07	18.8	35	26.9	
10-01-07	22.5	27.4	24.95	
11-01-07	20.3	31.7	26	32.2
12-01-07	19.9	31.1	25.5	
13-01-07	19	31.8	25.4	
14-01-07	10.8	24.5	17.65	
15-01-07	11.2	28.2	19.7	
16-01-07	13	28.7	20.85	
17-01-07	15.7	27	21.35	
18-01-07	18.9	32.2	25.55	2.7
19-01-07	18.7	28	23.35	
20-01-07	16	27.8	21.9	16.3
21-01-07	15	28.3	21.65	trazas
22-01-07	15.2	29.9	22.55	
23-01-07	20.9	34.8	27.85	
24-01-07	20.6	29	24.8	1.3
25-01-07	23.2	28.1	25.65	0.3
26-01-07	22	32	27	trazas
27-01-07	19.8	26.3	23.05	trazas
28-01-07	18.7	29	23.85	
29-01-07	12	29.9	20.95	
30-01-07	17.9	31	24.45	
31-01-07	17.8	33	25.4	0.9
01-02-07	17	34.2	25.6	
02-02-07	17.8	35	26.4	
03-02-07	18.8	36	27.4	
04-02-07	20	31	25.5	
05-02-07	18.6	26.4	22.5	28.5

06-02-07	18.7	32.2	25.45	4.7
07-02-07	16.7	29.6	23.15	
08-02-07	15	31.9	23.45	
09-02-07	19.1	31.8	25.45	
10-02-07	20.4	31.7	26.05	
11-02-07	15.4	29	22.2	
12-02-07	17.3	29.1	23.2	
13-02-07	17	31.1	24.05	
14-02-07	17.8	35	26.4	
15-02-07	21	27	24	
16-02-07	20.2	32	26.1	trazas
17-02-07	17.2	21	19.1	44.5
18-02-07	10.5	25.2	17.85	0.1
19-02-07	11	28.1	19.55	
20-02-07	13	29.2	21.1	
21-02-07	18.6	30.2	24.4	22.8
22-02-07	20.9	32.2	26.55	3.9
23-02-07	22.9	28.1	25.5	16.2
24-02-07	28	31.3	29.65	
25-02-07	24	35.1	29.55	19.5
26-02-07	19.9	27.5	23.7	9.1
27-02-07	21.5	27.2	24.35	41
28-02-07	20	31	25.5	0.2
01-03-07	21.8	30	25.9	44.8
02-03-07	16.3	24.9	20.6	
03-03-07	13	21.3	17.15	24.4
04-03-07	17	20.2	18.6	26.9
05-03-07	17.2	28	22.6	0.9
06-03-07	19.7	27.4	23.55	19.6
07-03-07	21	23.8	22.4	1.2
08-03-07	22	33.4	27.7	11.9
TOTAL	18.5	29.8	24.1	422.5

Fuente: elaboración propia en base a Dirección Nacional de Meteorología, Estación Meteorológica Paysandú.

Anexo 2:

Evolución de la altura promedio (cm) de la pastura por tratamiento.

	Altura ingreso	Altura salida					
T1 (AF 3%/Diaria)	21.2	7.3					
T4 (AF 9%/Diaria)	22.5	13.3					
	Altura ingreso	Día 2	Día 3	Altura salida			
T2 (AF 3%/3-4 Días)	22.6	14.5	10.4	6.3			
T5 (AF 9%/3-4 Días)	23.2	20.2	16.8	13.9			
	Altura ingreso	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Altura salida
T3 (AF 3%/Semanal)	22.8	18.1	15.0	11.6	9.6	8.1	6.2
T6 (AF 9%/Semanal)	21.3	20.1	18.7	16.0	14.3	13.0	11.3

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3:

Evolución semanal del peso por animal y por tratamiento.

Tratamiento 1: 3% AF, CF diario.

Caravana	PI*	S1**	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
5203	351	360	361	373	369	370	376	371	373
5212	265	267	271	280	285	281	290	284	291
5221	298	300	302	308	316	316	325	317	318
5250	240	239	243	248	252	251	256	253	259
5260	317	316	324	333	343	343	348	348	350
5264	279	280	284	294	298	301	307	310	310
5265	288	288	295	298	302	307	312	307	308
5274	256	256	262	271	267	271	273	278	281
Promedio (kg)	287	288	293	301	304	305	311	309	311
Desvío (kg)	36	38	37	39	38	39	39	38	37
GMD (kg)**		0,214	0,429	0,661	0,622	0,521	0,579	0,444	0,032

Tratamiento 2: 3% AF, CF 3-4 días.

Caravana	PI	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
5208	305	301	307	309	313	310	320	313	315
5210	355	356	359	362	369	370	390	379	382
5235	333	334	340	347	345	345	354	350	350
5237	254	252	253	258	261	259	267	268	271
5261	277	279	285	289	295	296	301	303	302
5271	263	270	270	279	276	279	291	285	293
5279	285	287	291	296	294	294	300	296	298
5289	245	246	250	259	261	263	272	274	279
Promedio	290	291	294	300	302	302	312	309	311
Desvío (kg)	39	38	39	38	39	39	42	38	37
GMD (kg)		0,143	0,339	0,488	0,427	0,354	0,527	0,385	0,029

Tratamiento 3: 3% AF, CF semanal.

Caravana	PI	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
5205	346	339	355	358	358	367	370	367	375
5217	262	250	255	262	264	260	275	273	283
5238	335	338	346	350	371	353	366	352	372
5247	294	298	301	305	308	307	316	315	328
5254	292	292	296	302	313	310	312	308	310
5269	279	282	284	288	299	295	304	290	295
5291	230	230	233	241	259	245	251	247	249
5292	251	255	258	265	272	273	284	277	285
Promedio	286	286	291	296	306	301	310	304	312
Desvío (kg)	40	40	43	42	42	43	42	41	44
GMD semanal(kg)		-0,089	0,348	0,488	0,692	0,432	0,560	0,357	0,464

Tratamiento 4: 9% AF, CF diario.

Caravana	PI	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
5207	285	288	292	303	319	307	322	320	320
5211	335	338	344	354	354	355	373	365	370
5214	346	341	351	361	369	369	390	382	392

5241	310	316	317	317	329	318	326	327	325
5248	256	259	263	270	272	277	297	289	291
5280	279	282	284	292	293	297	309	308	311
5284	277	276	279	284	288	288	301	297	295
5293	242	246	258	258	263	265	275	273	276
Promedio	291	293	299	305	311	310	324	320	323
Desvío (kg)	36	35	35	37	39	37	39	37	40
GMD semanal(kg)		0,286	0,518	0,649	0,703	0,521	0,786	0,589	0,558

Tratamiento 5: 9% AF, CF 3-4 días.

Caravana	PI	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
5204	281	285	288	298	302	306	315	310	313
5213	296	295	300	307	302	317	322	318	327
5215	290	294	300	310	318	317	331	323	329
5228	332	338	347	352	357	357	370	366	365
5249	321	322	325	334	341	339	348	345	351
5257	268	276	274	281	287	286	300	292	301
5283	256	256	259	271	276	284	290	282	281
5290	242	244	250	256	260	260	265	270	266
Promedio	286	289	293	301	305	308	318	313	317
Desvío (kg)	31	31	33	32	32	31	33	32	34
GMD semanal(kg)		0,429	0,509	0,732	0,702	0,643	0,757	0,561	0,551

Tratamiento 6: 9% AF, CF semanal.

Caravana	PI	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
5206	293	296	309	312	323	330	331	328	327
5209	314	316	322	335	344	342	354	348	356
5222	287	291	295	301	311	304	322	309	316
5229	269	275	282	299	291	287	304	295	295
5253	357	361	368	373	383	384	395	394	398
5258	245	247	252	260	264	270	273	278	271
5270	258	262	266	270	280	278	291	287	292
5273	279	286	289	298	306	309	323	310	312
Promedio	288	292	298	306	313	313	324	319	321
Desvío (kg)	35,16	35,058	36,022	35,689	37,795	37,83	37,837	37,811	40,201
GMD semanal(kg)		0,571	0,723	0,869	0,89	0,721	0,867	0,63	0,592

*: Peso inicial

** : Semana 1,

***: Ganancia media diaria acumulada para todo el período experimental.

Anexo 4:

Carga instantánea (UG/ha) por tratamiento para todas las semanas del periodo experimental.

	AF (kg MS/100 kg PV)	Cambio Franja	Tratamiento	Superficie (m ²)	Peso Vivo promedio (kg)	Carga Instantánea (UG/ha)
Semana 1	3	Diario	1	194	288	297
		3 - 4 días	2	614	291	95
		Semanal	3	1272	286	45
	9	Diario	4	618	293	95
		3 - 4 días	5	1740	289	33
		Semanal	6	3255	292	18
Semana 2	3	Diario	1	243,5	293	231
		4 - 4 días	2	533	294	72
		Semanal	3	1178	291	28
	9	Diario	4	645	299	61
		4 - 4 días	5	1909	293	17
		Semanal	6	3858	298	8
Semana 3	3	Diario	1	152	301	396
		5 - 4 días	2	468	300	128
		Semanal	3	924	296	64
	9	Diario	4	470	305	130
		5 - 4 días	5	1276,5	301	47
		Semanal	6	2482	306	25
Semana 4	3	Diario	1	224	304	148
		6 - 4 días	2	671	302	47
		Semanal	3	1342	300	45
	9	Diario	4	658	310	94
		6 - 4 días	5	2181,5	305	23
		Semanal	6	4683	313	8
Semana 5	3	Diario	1	163	305	374
		7 - 4 días	2	455	302	133
		Semanal	3	923	301	65
	9	Diario	4	498	310	124
		7 - 4 días	5	1380	308	45
		Semanal	6	2770	313	23
Semana 6	3	Diario	1	658	311	78
		8 - 4 días	2	1043	312	38
		Semanal	3	1740	308	20
	9	Diario	4	983	324	42
		8 - 4 días	5	2370	318	15
		Semanal	6	4985	324	7
S	3	Diario	1	574	309	108

Semana 7		9 - 4 días	2	1998	309	31
		Semanal	3	3996	304	15
	9	Diario	4	718	320	89
		9 - 4 días	5	3782	313	17
		Semanal	6	5995	319	11
Semana 8	3	Diario	1	306	311	203
		10 - 4 días	2	776,5	311	80
		Semanal	3	1529	312	41
	9	Diario	4	746	323	87
		10 - 4 días	5	2190,5	317	29
		Semanal	6	5207	321	12

Anexo 5:**Cálculos realizados para estimación de AF (%) de Schlegel et al. (2000).**

AF (% PV) = ((Disponibilidad MS/Días de pastoreo)*100)/(Novillos/ha*Peso promedio).

Año	Carga (Nov/ha)	FC (días)	PI (kg)	Días de pastoreo	GMD (kg/día)	Kg totales	Peso prom (kg/cab)	Disp MS (kg/ha)	AF (% PV)
1989	5,3	3	239	103	0,7	72	275	6670	4,4
1989	5,3	12			0,16	16	247	6190	4,6
1989	10,5	3			0,6	62	270	5480	1,9
1989	10,5	12			0,21	22	250	4560	1,7
1990	5,3	3	232	108	0,98	106	285	8820	5,4
1990	5,3	12			0,62	67	265	8180	5,4
1990	10,5	3			0,91	98	281	6950	2,2
1990	10,5	12			0,55	59	262	6490	2,2
1991	5,3	3	237	112	0,87	97	286	11620	6,9
1991	5,3	12			0,82	92	283	11200	6,7
1991	7,9	3			0,89	100	287	10880	4,3
1991	7,9	12			0,8	90	282	11380	4,6
1992	5,3	3	265	118	1,02	120	325	sd	-
1992	5,3	12			0,74	87	309	sd	-
1992	7,9	3			0,97	114	322	sd	-
1992	7,9	12			0,74	87	309	sd	-

Fuente: elaboración propia.

Anexo 6:**Análisis de varianza.****ANOVA disponibilidad de forraje**

R-Square Coeff Var Root MSE DISP Mean
 0.765914 9.216110 272.8737 2960.833

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	1	5400,000	5400,000	0,07	0,7914
CF	2	197250,083	98625,042	1,32	0,2953
SEMANA	3	3280669,000	1093556,333	14,69	<0,0001
AF*CF	2	171109,750	85554,875	1,15	0,3433

ANOVA rechazo de forraje

R-Square Coeff Var Root MSE RECH Mean
 0.912483 14.13303 254.5595 1801.167

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	1	5835148,167	5835148,167	90,05	<,0001
CF	2	34572,583	17286,292	0,27	0,7694
SEMANA	3	4159966,667	1386655,556	21,4	<0,0001
AF*CF	2	104788,083	52394,042	0,81	0,464

ANOVA utilización de forraje

R-Square Coeff Var Root MSE UTIL Mean
 0.870550 23.21327 0.092466 0.398333

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	1	0.67335000	0.67335000	78,75	<,0001
CF	2	0.01235833	0.00617917	0,72	0,5016
SEMANA	3	0.16070000	0.05356667	6,27	0,0057
AF*CF	2	0.01607500	0.00803750	0,94	0,4124

ANOVA consumo de MS

R-Square Coeff Var Root MSE CMSF_PP Mean
 0.755200 15.21264 0.286441 1.882917

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	1	0,82510417	0,82510417	10,06	0,0063
CF	2	0,07940833	0,03970417	0,48	0,6257
SEMANA	3	2,68894583	0,89631528	10,92	0,0005
AF*CF	2	0,20330833	0,10165417	1,24	0,3177

ANOVA tasa de bocado promedio

Null Model Likelihood Ratio Test

DF Chi-Square Pr > ChiSq
 1 1.26 0.2620

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	0,00	0,9464
CF	2	18	14,96	0,0001
AF*CF	2	18	2,71	0,0933
SEMANA	3	54	2,12	0,1087
AF*SEMANA	3	54	24,79	<,0001
CF*SEMANA	6	54	14,84	<,0001
AF*CF*SEMANA	6	54	18,07	<,0001
DIA_DENTROSEM	2	36	4,82	0,0139
AF*DIA_DENTROSEM	2	36	7,92	0,00140
CF*DIA_DENTROSEM	4	36	3,62	0,00141
AF*CF*DIA_DENTROSEM	4	36	1,02	0,4092

ANOVA tasa de bocado 17 horas

Null Model Likelihood Ratio Test
 DF Chi-Square Pr > ChiSq
 1 0.58 0.4448
 Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	9,00	0,0077
CF	2	18	33,59	<,0001
AF*CF	2	18	4,55	0,0252
SEMANA	3	54	3,12	0,0335
AF*SEMANA	3	54	16,84	<,0001
CF*SEMANA	6	54	16,88	<,0001
AF*CF*SEMANA	6	54	8,53	<,0001
DIA_DENTROSEM	2	36	3,97	0,0276
AF*DIA_DENTROSEM	2	36	23,75	<,0001
CF*DIA_DENTROSEM	4	36	2,62	0,05060
AF*CF*DIA_DENTROSEM	4	36	3,3	0,0210

ANOVA tasa de bocados 19 horas

Null Model Likelihood Ratio Test

DF Chi-Square Pr > ChiSq
 1 2.34 0.1259
 Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	0,39	0,5376
CF	2	18	14,17	0,0002
AF*CF	2	18	2,22	0,1379
SEMANA	3	54	0,79	0,5059
AF*SEMANA	3	54	14,55	<,0001
CF*SEMANA	6	54	4,61	0,0008
AF*CF*SEMANA	6	54	12,8	<,0001
DIA_DENTROSEM	2	36	3,42	0,0436
AF*DIA_DENTROSEM	2	36	4,78	0,0144
CF*DIA_DENTROSEM	4	36	1,97	0,12060
AF*CF*DIA_DENTROSEM	4	36	3,91	0,0098

ANOVA tasa de bocado 21 horas

Null Model Likelihood Ratio Test

DF Chi-Square Pr > ChiSq
 1 0.07 0.7950

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	0,21	0,6554
CF	2	18	1,62	0,225
AF*CF	2	18	1,47	0,2560
SEMANA	3	54	1,62	0,1961
AF*SEMANA	3	54	9,05	<,0001
CF*SEMANA	6	54	4,97	0,0004
AF*CF*SEMANA	6	54	9,3	<,0001
DIA_DENTROSEM	2	36	2,06	0,1422
AF*DIA_DENTROSEM	2	36	1,17	0,3227
CF*DIA_DENTROSEM	4	36	2,54	0,05620
AF*CF*DIA_DENTROSEM	4	36	1,19	0,3335

ANOVA tasa de bocado 7 horas

Null Model Likelihood Ratio Test

DF Chi-Square Pr > ChiSq
 1 3.92 0.0477

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	4,09	0,0583
CF	2	18	0,14	0,8745
AF*CF	2	18	0,59	0,5661
SEMANA	3	40	3,04	0,0398
AF*SEMANA	3	40	5,24	0,0038
CF*SEMANA	6	40	2,69	0,275
AF*CF*SEMANA	6	40	1,12	0,3663
DIA_DENTROSEM	2	27	1,16	0,3295
AF*DIA_DENTROSEM	2	27	1,15	0,3302
CF*DIA_DENTROSEM	4	27	0,89	0,48440
AF*CF*DIA_DENTROSEM	4	27	1,00	0,4223

ANOVA tasa de bocado 9 horas

Null Model Likelihood Ratio Test

DF Chi-Square Pr > ChiSq

1 3.92 0.0477
 Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	4,09	0,0583
CF	2	18	0,14	0,8745
AF*CF	2	18	0,59	0,5661
SEMANA	3	40	3,04	0,0398
AF*SEMANA	3	40	5,24	0,0038
CF*SEMANA	6	40	2,69	0,275
AF*CF*SEMANA	6	40	1,12	0,3663
DIA_DENTROSEM	2	27	1,16	0,3295
AF*DIA_DENTROSEM	2	27	1,15	0,3302
CF*DIA_DENTROSEM	4	27	0,89	0,48440
AF*CF*DIA_DENTROSEM	4	27	1,00	0,4223

ANOVA tasa de bocado 11 horas

Null Model Likelihood Ratio Test
 DF Chi-Square Pr > ChiSq
 1 1.11 0.2923
 Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	0,48	0,4966
CF	2	18	1,21	0,3223
AF*CF	2	18	1,29	0,3012
SEMANA	3	40	0,41	0,7485
AF*SEMANA	3	40	1,85	0,1701
CF*SEMANA	6	40	4,35	0,0077
AF*CF*SEMANA	6	40	1,66	0,1987
DIA_DENTROSEM	2	27	1,09	0,3552
AF*DIA_DENTROSEM	2	27	2,41	0,1145
CF*DIA_DENTROSEM	4	27	0,27	0,89280
AF*CF*DIA_DENTROSEM	4	27	0,85	0,4831

ANOVA ganancia de peso

Null Model Likelihood Ratio Test

DF Chi-Square Pr > ChiSq
1 91.55 <.0001

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	42	0,04	0,8365
CF	2	42	0,16	0,8508
AF*CF	2	42	0,12	0,8876
Dias	1	377	388,83	<0,0001
dias*AF	1	377	11,55	0,0007
dias*CF	2	377	0,43	0,65
dias*AF*CF	2	377	0	0,9995
PVINI	1	377	5675,6	<0,0001