

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DEL MOMENTO DE SUPLEMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL
ENSILAJE DE MAÍZ SOBRE EL COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE VACAS
LECHERAS PASTOREANDO PRADERAS PERMANENTES.

por

Ana Virginia SILBERMANN GOMEZ.

TESIS presentada como uno
de los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo
(Orientación Agrícola – Lechero)

MONTEVIDEO
URUGUAY
2003

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. PhD. Pablo Chilibroste.

Ing. Agr. M.Sc. Diego A. Mattiauda

Ing. Agr. M.Sc. Pablo Soca

Fecha:

16 de mayo de 2003

Autor:

Ana Virginia Silbermann Gómez

AGRADECIMIENTOS

A la estación experimental Mario Alberto Cassinoni, por permitir el uso de su infraestructura para la realización del ensayo.

A todo el personal de la EEMAC y en especial a la gente del tambo, quienes directa o indirectamente colaboraron con este trabajo.

A Julio Méndez por su preocupación y buen humor durante todo el trabajo de campo, y por la “spyka”.

A Miriam, Zuli, Alicia, Gabriela y Marta, por la ayuda y consejos que desde la biblioteca, me dieron con la revisión.

A Oscar Bentancour (Coco), por su paciencia y la gran mano que me dio con el procesamiento estadístico.

A Diego Mattiauda y Enrique Favre, por sus discusiones de las que tanto he aprendido y por estar siempre dispuestos a tender la mano.

A Pancho (Francisco Elizondo), por su gran apoyo, su dedicación y su capacidad para transmitir, aún en la charla más informal, sus conocimientos y experiencia, siempre con una sonrisa.

A Pablo Chilibroste (Chili) por su confianza y por la oportunidad que me ha dado en este y otros emprendimientos. Porque a pesar de sus múltiples actividades y compromisos supo hacerse tiempo para discutir, aclarar dudas y dar palabras de aliento.

Al grupo de lechería en su conjunto, por enseñarme con su ejemplo que en todo trabajo se logran mejores resultados cuando se realiza con ganas y buen humor.

DEDICADO A:

Muy especialmente a papá y mamá, quienes me apoyaron incondicionalmente en este proyecto, tal como lo hacen todos los días. A ellos, quienes con su ejemplo me enseñaron cuales son las cosas realmente importantes de la vida, que la vida está hecha de momentos buenos y malos y hay que trabajar y luchar para que sean más los buenos, que la lucha es día a día y durante toda la vida y que lo importante es dar siempre lo mejor de uno mismo.

A Juan Miguel y Celina, más que tíos mis segundos padres, quienes desde hace 2 años prácticamente hicieron la carrera conmigo. A mis primos que también supieron bancarme durante ese tiempo.

A mis hermanos, por sus críticas constructivas y por su cariño, que aunque no lo demuestran saben transmitirlo cada uno a su manera.

A Meche y a Josefina quien con su ternura y travesuras hizo más llevadero el trabajo de escritorio.

A Martín por sus consejos, por comprenderme y contenerme. Por ser un compañero.

A mis amigos por su apoyo y aliento.

A todos ellos muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
TABLA DE CONTENIDO.....	5
LISTA DE CUADROS.....	6
LISTA DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	8
LISTA DE ANEXOS.....	9
ABREVIATURAS.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. REVISIÓN.....	13
2.1 CONSUMO.....	13
2.1.1 ¿Por qué consumen los animales?.....	13
2.1.2 Importancia del consumo.....	13
2.1.3 Factores que afectan el consumo.....	13
2.1.4 Regulación del consumo.....	16
2.2 PATRÓN DE CONSUMO EN PASTOREO.....	20
2.3 COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	22
2.3.1 Peso de bocado.....	23
2.3.2 Tasa de bocado.....	32
2.3.3 Tiempo de pastoreo.....	37
2.3.4 Proceso de defoliación.....	43
2.4 HIPÓTESIS.....	44
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
3.1 LOCALIZACIÓN.....	45
3.2 PERÍODO EXPERIMENTAL.....	45
3.3 ANIMALES.....	45
3.4 PASTURA.....	45
3.5 SUPLEMENTO.....	46
3.6 MANEJO.....	46
3.7 TRATAMIENTOS.....	47
3.8 DETERMINACIONES.....	47
3.8.1 En la pastura.....	47
3.8.2 En los animales.....	49
3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	52
3.9.1 Probabilidad de Pastoreo y Rumia.....	52
3.9.2 Largo de la primera sesión.....	54
3.9.3 Tasa de bocado.....	54
3.9.4 Desaparición de la pastura.....	55
4. RESULTADOS.....	57

4.1	PATRÓN DE PASTOREO.....	57
4.1.1	Patrón de pastoreo en base a registros de comportamiento grupal	57
4.1.2	Patrón de pastoreo en base a registros de comportamiento individual	60
4.2	DESAPARICIÓN DE LA PASTURA DURANTE LA SESIÓN DE PASTOREO.	62
4.3	TIEMPO EFECTIVO DE PASTOREO.....	66
4.4	LARGO DE LA PRIMER SESIÓN DE PASTOREO.....	68
4.5	TIEMPO DEDICADO A RUMIA.....	69
4.6	TASA DE BOCADO.....	72
4.7	DISPONIBILIDAD DE FORRAJE.....	77
5.	DISCUSIÓN.....	78
5.1	PATRÓN DE PASTOREO.....	78
5.2	DESAPARICIÓN DE LA PASTURA.....	81
5.3	TIEMPO EFECTIVO DE PASTOREO.....	84
5.4	LARGO DE LA PRIMER SESIÓN DE PASTOREO.....	86
5.5	TIEMPO DEDICADO A RUMIA.....	87
5.6	TASA DE BOCADO.....	88
5.7	DISCUSIÓN GENERAL.....	92
6.	CONCLUSIÓN.....	95
7.	RESUMEN.....	96
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	98
9.	ANEXOS.....	102

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro n° 1_ Factores que afectan el consumo	15
Cuadro n° 2_ Resumen de experimentos que evalúan el efecto del ayuno y del tiempo y momento de pastoreo sobre el comportamiento ingestivo de los animales	30
Cuadro n° 3_ Tratamientos	48
Cuadro n° 4_ Probabilidad de pastoreo/ hora de pastoreo: significancia de los efectos promedios.	61
Cuadro n° 5_ Probabilidad de pastoreo / hora: diferencia de medias entre tratamientos	61
Cuadro n° 6_ Probabilidad de pastoreo por hora para cada semana. Resultado de la diferencia de medias entre semanas.....	63
Cuadro n° 7_ probabilidad de pastoreo por momento, significancia de los efectos medios	65
Cuadro n° 8_ Probabilidad de pastoreo por momento. Comparación de medias por tratamiento.....	65
Cuadro n° 9_ Disminución en la altura de la pastura por hora de pastoreo (% de la altura inicial)	67
Cuadro n° 10_ Forraje desaparecido por hora para cada tratamiento(expresado como % del forraje desaparecido total)	67
Cuadro n° 11_ Desaparición de la pastura: significancia de los efectos promedios	68
Cuadro n° 12_ Tiempo efectivo de pastoreo, significancia de los efectos promedios	70
Cuadro n° 13_ Tiempo efectivo de pastoreo, diferencia de medias entre tratamientos	70
Cuadro n° 14_ Tiempo efectivo de pastoreo, diferencia de medias entre semanas.....	71
Cuadro n° 15_ Largo de la primera sesión de pastoreo, significancia de los efectos medios.	72
Cuadro n° 16_ Largo de la primer sesión, diferencia de medias entre tratamientos.	73
Cuadro n° 17_ Largo de la primera sesión de pastoreo por semana y diferencia de medias entre semanas.	74
Cuadro n° 18_ Tiempo de rumia, significancia de los efectos medios.....	74
Cuadro n° 19_ Tiempo dedicado a rumia, diferencia de medias entre tratamientos.....	75
Cuadro n° 20_ Tiempo de rumia por semana y resultado de la diferencia de medias entre semana.	76

Cuadro n° 21_ Tiempo de rumia por tratamiento y por día	77
Cuadro n°22_ Tiempo de rumia, diferencia de medias entre los tratamientos, por día	77
Cuadro n° 23 _ Tasa de bocado, significancia de los efectos promedios	78
Cuadro n° 24_ Tasa de bocado promedio del día por tratamiento.....	78
Cuadro n°25_ Tasa de bocado, diferencia de medias entre tratamientos.....	79
Cuadro n° 26_ Tasas de bocado por momento, resultado de la diferencia de medias.....	79
Cuadro n° 27_ Tasa de bocado, diferencia de medias entre tratamientos, por momento o sesión.	81
Cuadro n°28_ Tasa de bocado, diferencia de medias entre momentos, para cada tratamiento.	81
Cuadro n° 29_ Disponibilidad de forraje por tratamiento y por semana.....	82
Cuadro n° 30_ Caracterización de la estructura de la pastura.....	82
Cuadro n° 31_ Precipitación semanal (mm)	90

LISTA DE GRÁFICOS Y FIGURAS.

	Página
Gráfico n° 1_ Probabilidad de pastoreo/minuto de permanencia en la franja observados en el campo durante la semana 1	58
Gráfico n° 2_ Probabilidad de pastoreo/minuto de permanencia en la franja observados en el campo durante la semana 2	59
Gráfico n° 3_ Probabilidad de pastoreo/minuto de permanencia en la franja observados en el campo durante la semana 3.....	59
Gráfico n° 4_ Probabilidad de pastoreo según hora de pastoreo, por Tratamiento	60
Gráfico n° 5_ Probabilidad de pastoreo según hora, para cada semana	62
Gráfico n° 6_ Probabilidad de pastoreo por momento, para cada tratamiento...64	
Gráfico n° 7_ Evolución de la altura de la pastura durante la sesión de pastoreo, por tratamiento.....	66
Gráfico n° 8_ Porcentaje del tiempo disponible dedicado a actividades de pastoreo por tratamiento (método 1).	69
Gráfico n° 9_ Tiempo Efectivo de pastoreo por semana, como % del tiempo total	71
Gráfico n° 10_ Largo de la primer sesión de pastoreo encontrada para cada tratamiento.....	72
Gráfico n° 11_ Largo de la primera sesión de pastoreo por semana.....	73
Gráfico n° 12_ Porcentaje del tiempo dedicado a rumia por tratamiento (método 1)	75
Gráfico n° 13_ Tiempos de rumia por tratamiento y por día	76
Gráfico n° 14_ Tasa de bocado por tratamiento según momento de la sesión..	80
Figura n° 1_ componentes del comportamiento ingestivo.....	24

LISTA DE ANEXOS.

Página

Anexo 1_ Tiempos efectivos de pastoreo (expresados en minutos) encontrados empleando el método 2 para cada tratamiento por semana.....	107
Anexo 2_ Valores de tiempo efectivo de pastoreo por tratamiento, promedio de las tres semanas	107
Anexo 3_ Tiempos efectivos de pastoreo por semana, promedio de los tres tratamientos.....	108
Anexo 4_ Tiempo dedicado a rumia por tratamiento, promedio de las tres semanas, encontradas por el método 2. Datos expresados en minutos y como % del tiempo total	108
Anexo 5_ Tiempos de rumia encontrados por el método 2 para cada semana, promedio de los 3 tratamientos	109
Anexo 6_ Tiempos de rumia encontrados por el método 2 para cada tratamiento en cada semana se presentan en el siguiente gráfico.....	109

ABREVIATURAS.

AGV_ ácidos grasos volátiles
CD_ consumo diario.
CHOS_ carbohidratos solubles
CRT_ contenido ruminal total
CVMS_ consumo voluntario de materia seca
EM_ ensilaje de maíz
FDNr_ pool de fibra detergente neutro en el rumen
LPS_ largo de la primer sesión de pastoreo
MMC_ movimientos mandibulares compuestos
MMM_ movimientos mandibulares de masticación
MMP_ movimientos mandibulares de prehensión
MMT_ movimientos mandibulares totales
MS_ materia seca
MSr_ pool de MS en el rumen
PB_ peso de bocado
PV_ peso vivo
ta_ tiempo de aprehensión
TB_ tasa de bocado
TC_ tasa de consumo
TGI_ tracto gastrointestinal
tm_ tiempo de masticación
tn_ tiempo de bocado
TP_ tiempo de pastoreo
TR_ tiempo de rumia

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de leche del Uruguay basan sus dietas en praderas plurianuales, compuestas por gramíneas, leguminosas o mezclas de ambas, y verdeos estacionales, los que son cosechados directamente por el animal. La suplementación con concentrado y forraje conservado es una práctica común en períodos estratégicos, como lo son, el primer tercio de la lactancia donde los animales presentan sus más altos requerimientos, o en estaciones en las cuales el forraje es deficitario.

En otoño invierno, estaciones en las cuales se siembran la mayoría de los verdeos y las tasas de crecimiento son bajas, la disponibilidad de forraje es limitada, lo que lleva a un aumento en el uso de suplementos que aportan energía (principalmente ensilaje de maíz). Es en este momento cuando se obtienen los más altos costos por litro producido y por tanto, cuando más eficiente hay que ser en el uso de los recursos, por ser estos escasos y costosos.

Esto ha motivado el desarrollo de experimentos que buscan establecer medidas de manejo que permitan aumentar la eficiencia de producción, es decir, producir más con los mismos recursos y sin aumentar los costos. En este sentido ya se han probado diferentes estrategias de manejo del pastoreo (momento y largo de la sesión). Siguiendo con esta línea de investigación se plantea un experimento, del cual esta tesis forma parte, el que busca determinar si el momento de suplementación con ensilaje de maíz afecta la eficiencia de producción y los mecanismos implicados. Puntualmente, con esta tesis, se busca determinar si el momento de suplementación afecta, la estrategia de pastoreo desarrollada por el animal y el consumo diario de materia seca, predicho a través del comportamiento ingestivo.

El consumo de forraje de un animal en pastoreo, el cual tiene una gran influencia sobre la performance animal, puede expresarse como el producto de la tasa de consumo y el tiempo de pastoreo (Hancock, 1952 citado por Galli et al. 1996). El peso de bocado es la principal variable en afectar la tasa de consumo y depende básicamente de las características de la pastura. El tiempo de pastoreo y la tasa de bocado son variables compensatorias y dependen más de la sensación de hambre o saciedad del animal (estado interno del animal). (Forbes 1988, Beaver et al 2000).

El momento de suplementación puede tener efecto sobre el estado interno del animal, el cual integra estímulos asociados a saciedad y/o hambre, llenado del tracto gastrointestinal y expectativas sobre oportunidades de pastoreo (Houston 1993 citado por Soca et al 1999), viéndose así afectada la estrategia de pastoreo desarrollada por el animal y su consumo diario de materia seca.

2. REVISIÓN

2.1 CONSUMO

2.1.1 ¿Por qué consumen los animales?

Un concepto, que en general se ha aceptado, es que los animales consumen para obtener los nutrientes que necesitan sus tejidos y lograr así su máxima capacidad de crecimiento y producción. (Galli et al., 1996; Gill et al., 1994 y Beever et al., 2000)

Ketelaars y Tolkamp (citados por Gill et al., 1994) sugieren en cambio, que los animales consumen para maximizar la eficiencia en el uso del oxígeno. El consumo estaría dado por el mejor compromiso entre los efectos positivos en el corto plazo, a través de un aumento de la energía neta disponible, y el efecto negativo en el largo plazo del daño y envejecimiento celular. Pero todavía se necesita más evidencia experimental que pruebe esta teoría (Galli et al. 1996).

2.1.2 Importancia del consumo

La cantidad de alimento que un animal puede consumir es el principal determinante de la productividad individual. (Demment et al., 1987 citado por Galli 1996; Chilibroste, 1998).

Por ello, es de interés comprender los mecanismos que regulan el consumo. Esto posibilita encontrar vías por medio de las cuales se puede intervenir sobre el consumo, afectando así la producción, como también la posibilidad de predecirlo, lo cual permitiría un uso más eficiente de los recursos disponibles.

2.1.3 Factores que afectan el consumo

Luego de muchos años de investigación se han identificado numerosos factores que afectan el consumo: inherentes al animal, al alimento y al ambiente. Muchos de estos estudios se han basado en análisis de regresión múltiple para establecer el efecto de éstos sobre el consumo, sin embargo, dadas las interacciones e interdependencia que existen entre los mismos, los

resultados obtenidos por estos análisis deben tomarse con precaución (Bines, 1992)

Cuadro n° 1_ Factores que afectan el consumo.

Inherentes al animal	Inherentes al alimento	Inherentes al ambiente y manejo
Raza,	especie forrajera	acceso al alimento
genotipo,	composición química de la dieta,	frecuencia de alimentación
sexo,	%MS	dieta completa vs. separada
edad,	digestibilidad	anabólicos
peso vivo,	perfil de degradación y tasa de pasaje	aditivos
crecimiento,	procesamiento	sales minerales
producción de leche,	calidad de conservación	alojamiento-ambiente
número y etapa de lactancia	palatabilidad	temperatura
preñez,	grasa	fotoperíodo
nutrición previa		humedad
condición corporal		
Enfermedades		

Fuente: Ingvarsen, 1994. Citado por Chilibróste, 1998

Dado que la mayoría de los experimentos que dieron lugar a esta lista fueron realizados pensando en sistemas de producción donde los animales permanecen confinados, no se tienen en cuenta variables de la pastura que afectan el consumo en pastoreo tales como disponibilidad, asignación, altura, densidad, estructura, cobertura, y factores del animal como tasa de cosecha, selectividad, capacidad para adaptarse a cambios en la pastura. (Chilibróste, 1998)

2.1.3.1 Factores del animal

Producción de leche.

El consumo de un alimento dado aumenta con el nivel de producción, siempre y cuando el consumo del mismo no sea limitado antes por alguna característica del alimento, ya que cuando la disponibilidad de nutrientes no es limitante, es la demanda la que determina el consumo. Se han obtenido

incrementos en el consumo de 460gramos. de materia orgánica por incrementos de un litro en la producción. (Stakelum y Dillon 1991 citados por Beever et al., 2000.)

Etapa de lactancia.

En términos generales en la lactancia temprana el consumo de materia seca es aproximadamente el 1.5 %PV; a las 12-15 semanas se da el pico de consumo con un consumo igual a 3.6% PV y el promedio de la 1-8 semanas de lactación es de 3% (Broster y Aldermann, 1977 citado por Gorlero et al., 1999)

El pico de producción, que ocurre aproximadamente a los 35 - 50 días, no coincide con el máximo consumo, el cual aumenta progresivamente hasta llegar al máximo entre los 56 y 252 días de lactancia (Bines, 1992).

Peso vivo.

Otro factor del animal relacionado con el consumo es el PV. Hodgson y Wilkinson (1967, citados por Conrad et al., 1964) demuestran que el consumo de materia orgánica y el PV del animal están estrechamente correlacionados. En dietas poco digestibles, el consumo estaría limitado por la capacidad ruminal y por esto el CVMS está estrechamente relacionado con el PV del animal. En dietas más digestibles el consumo estaría regulado por factores fisiológicos y por esto el CVMS estaría más estrechamente relacionado con el peso metabólico del animal.

2.1.3.2 Factores del alimento

Calidad de fermentación.

El consumo de ensilaje es menor al consumo del mismo material fresco, lo cual puede ser explicado por la presencia de ácidos orgánicos y amoníaco. El agregado de aditivos previo al ensilaje puede mejorar el consumo (Tyler y Wilkins, 1976 citado por Bines, 1992)

2.1.3.3 Factores de manejo

Frecuencia de alimentación.

Cuanto más frecuente es la alimentación, más estable es el ambiente ruminal, lo que favorece la acción de los microorganismos y por tanto, la degradación de la fibra. Esto traería ventajas tanto a nivel de producción, ya que lleva a aumentos del consumo, como de composición, ya que se da una mejor relación C2/C3 que conduce a mayores contenidos grasos. (Kaufmann, 1976 citado por Bines, 1992)

2.1.4 Regulación del consumo.

El control del consumo en el largo plazo está a cargo del balance energético del animal. El consumo en el corto plazo, el consumo diario, en cambio parece estar regulado por una cantidad de factores como estructura de la pastura, efecto del forraje ingerido, factores sociales y ambientales, que afectan la tasa de ingestión y la sensación de hambre / saciedad que experimenta el animal (Forbes, 1988)

2.1.4.1 Regulación física

Esta teoría supone que el consumo está limitado por la capacidad del tracto digestivo de albergar alimento. El animal consume hasta un cierto nivel de llenado, a este nivel se activan los receptores mecánicos los que envían una señal al sistema nervioso central (SNC) para que detenga el consumo. (Balch y Campling 1962 y Blaxter et. al., 1961 citados por Chilbroste 1998; Conrad,1964).

La cantidad de alimento que se puede consumir estaría determinado entonces por: la capacidad del tracto digestivo de albergar alimento (la cual varía con la raza, edad, estado corporal y estado fisiológico del animal) y con la capacidad que tiene el alimento de ocupar espacio (lo cual varía según su contenido de fibra detergente neutro (FDN), tasa de degradación, tasa de pasaje, procesamiento del alimento).

Evidencias que soportan esta teoría (Faverdin et al., 1995 citado por Chilibröste, 1998):

- presencia de receptores mecánicos sensibles a distensión física en la pared ruminal.
- efecto de la inclusión de diferentes materiales en el rumen sobre el consumo de materia seca (CMS).
- relación entre el consumo voluntario de materia seca (CVMS) y diferentes atributos de los alimentos (digestibilidad, contenido de FDN, tasa de degradación).

Si bien el llenado del rumen produce una disminución del CVMS, los animales son capaces de mantener una cierta capacidad de consumo (Balch y Campling, 1962 citados por Chilibröste, 1998). Además, el efecto del llenado sobre el mismo varía según los requerimientos de nutrientes de los animales, la capacidad del retículo rumen y la capacidad de alterar el flujo de nutrientes a través de éste. (Galli et al., 1996; Chilibröste comunicación personal)

Conrad (et al., 1964) sostiene que en animales pastoreando forrajes con digestibilidades menores a 66%, el mecanismo que determina el consumo es la regulación física, mientras que en pasturas con digestibilidades mayores a 66% el consumo estaría regulado por factores metabólicos (concentración de metabolitos en sangre que actúan sobre centros de saciedad.)

Si bien esta teoría fue ampliamente aceptada en la década de los 60 y 70, varios estudios posteriores la cuestionan indicando que es una sobre simplificación de la realidad (Chilibröste, 1998). Ejemplo de esto son los estudios realizados por Van Soest, 1994 (citado por Chilibröste 1998) quien encuentra una relación lineal entre el consumo de forraje y el contenido de FDN del mismo (indicador del espacio que ocupa el forraje), aún en forrajes con digestibilidades mayores a 85%, lo que estaría indicando que continúa habiendo regulación física.

Oba, M. and Allen, M.S., 2000 encuentran además de la relación entre el contenido FDN y consumo una relación entre la digestibilidad de la FDN - consumo. En un ensayo donde los animales recibían dietas con diferente contenido de FDN y eran suplementados con ensilaje de maíz con diferentes digestibilidades de FDN (por modificación genética), encontraron mayor consumo y producción de leche en los animales que consumían dietas con menores contenidos y mayor digestibilidad de la FDN.

Si bien la regulación física es una teoría ampliamente aceptada, ésta no explica el consumo en animales pastoreando pasturas de alta calidad (Van Vuuren, 1993 citado por Chilibröste 1998) o ensilaje. En estas condiciones lo

que puede estar limitando el consumo es la presión osmótica en el líquido ruminal y/o la alta concentración de ácidos grasos volátiles, o el bajo contenido de materia seca para el caso de forrajes de buena calidad, y la acumulación de productos intermedios de la fermentación de compuestos nitrogenados en los ensilajes.

En pasturas de baja o mediana calidad, cuando la disponibilidad y facilidad de cosecha del forraje no son limitantes y le permiten al animal realizar altas tasas de consumo, pasa a ser la regulación física el principal mecanismo regulador del consumo. En pastoreo la capacidad del retículo rumen es una limitante cuando la tasa de pasaje es lenta (lo cual está asociado a forrajes de baja calidad), pero se logran altas tasas de consumo. (Galli et al., 1996; Beever et al., 2000).

2.1.4.2 Regulación fisiológica.

Los metabolitos en el flujo sanguíneo y las señales enviadas por los receptores químicos y osmóticos ubicados en el TGI actúan sobre el SNC, quien en respuesta a estas señales activa los centros superiores que gobiernan la iniciación, continuación o cese de la alimentación. (Forbes, 1995 citado por Enrique, 2000.)

Evidencias de este tipo de regulación son:

- la presencia de receptores químicos osmóticos y de temperatura que envían mensajes al SNC.
- efecto de la infusión de ácidos grasos volátiles en el rumen sobre el CVMS.
- relación entre atributos del alimento (digestibilidad, contenido de almidón, tipo de concentrado) y el CVMS.

Anil et al., 1993 (citado por Mbanya et al., 1993) encuentra que la distensión de las paredes del rumen, la infusión de ác. acético o ác. propiónico, aplicados por separado a niveles superiores a los del rango fisiológico, si bien llevan a reducciones en el consumo voluntario, estas no son significativas, teniendo sí un efecto significativo cuando son aplicadas en conjunto. Ninguno de estos factores conduce al cese del consumo por lo cual ninguno podría ser propuesto como único regulador del consumo.

No es un único factor o señal la que regularía el consumo, sino que más bien todos los cambios que ocurren durante el proceso de ingestión y digestión (distensión de las paredes, concentración de productos de la fermentación, producción de calor, metabolitos en sangre, etc.) son recibidos por el sistema

nervioso central como señales de feed-back, quien los integra de manera aditiva para decidir el consumo. El consumo diario estaría determinado por el balance entre señales de feed back negativas y positivas. (Poppi et al., 1987 y Mbanya et al., 1993)

Esto tiene importantes implicancias, ya que por ejemplo el nivel de llenado que conduciría al cese del consumo dependería o variaría según el grado de estímulo que presentan los otros receptores y viceversa. Una mayor utilización de los AGV del rumen llevaría a un menor estímulo de los receptores químicos permitiendo soportar así una mayor distensión de las paredes ruminales antes de que se detenga el consumo. Esto fue observado por Tullo, 1968 (citado por Mbanya et al., 1993) quien encuentra mayores contenidos ruminales en vacas lactantes en comparación con las secas. Mertens, 1994 (citado por Cangiano et al., 1999) concluye que el nivel de distensión requerido para satisfacer a los animales probablemente no sea constante y varíe con su estado fisiológico y nivel de producción.

2.1.4.3 Contenido de humedad del forraje

John y Ulyatt, 1987 (citados por Dougherty et al., 1989) concluyen que el contenido de humedad del forraje también puede limitar el consumo y que conocer el contenido de humedad del alimento, ayudaría en la interpretación del consumo bajo pastoreo.

Pasturas con alto contenido de humedad ocupan mayor volumen en el rumen por lo cual el animal se siente lleno y detiene el consumo, aún cuando el pool de MS del rumen esté por debajo de su capacidad potencial. La masticación durante la rumia rompe la estructura celular con lo cual disminuye el contenido de agua y el volumen del contenido ruminal, reiniciando así el animal su consumo (Chilibroste, 1998).

2.1.4.4 Comportamiento ingestivo.

En condiciones de estabulación los estímulos físicos y metabólicos son los factores determinantes del consumo pero en condiciones de pastoreo, adquieren importancia los factores no nutricionales de la pastura lo que se conoce normalmente con el nombre de regulación por comportamiento ingestivo. (Hodgson, 1977 citado por Enrique, 2000; Cangiano et al., 1999) . En pastoreo estos mecanismos de regulación ocurren simultáneamente y son integrados a nivel del sistema nervioso central.

Bajo estas condiciones existe una relación entre el consumo de materia seca y cantidad de forraje, la cual puede describirse como una curva que tiende asintóticamente a un máximo. En la parte ascendente de la curva los factores no nutricionales de la pastura como altura, densidad, estructura y la capacidad de cosecha del animal son los que limitan el consumo por una regulación a través del comportamiento ingestivo. En la parte asintótica de la curva son los factores nutricionales de la pastura como digestibilidad de la materia seca o de la materia orgánica, contenido de FDN, concentración de nutrientes, contenido de MS, la tasa de pasaje, etc., los que limitan el consumo a través de controles físicos y metabólicos, cuando la disponibilidad de forraje no es limitante (t Mannelje y Ebersohn, 1980 citados por Cangiano et al. 1999; Poppi et al., 1987)

En condiciones de pastoreo la facilidad de cosecha del forraje, determinada por su estructura, y la capacidad del animal para adaptarse a cambios en la pastura es determinante del consumo. Las restricciones en el comportamiento ingestivo, que pueden estar determinadas tanto por factores de la pastura como por factores del animal, pasan a jugar un rol importante en el control el consumo. (Hodgson, 1985; Laca et al.,1992 y 1994 citados por Chilbroste 1998; t'Mannelje y Ebersohn, 1980 citados por Cangiano et al., 1999; Galli et al., 1996).

La cantidad de factores que afectan el comportamiento ingestivo (factores del animal – planta-ambiente) y sus interacciones hacen que se vuelva muy difícil predecir el consumo de animales en pastoreo tomando en cuenta solo uno de ellos, aislado de los demás. Por esto es relevante estudiar y entender no solo los componentes en si mismos sino también los mecanismos que los relacionan. (Forbes, 1985 citado por Galli, 1996; Cangiano et al., 1999).

2.2 PATRÓN DE CONSUMO EN PASTOREO.

Los animales en pastoreo alternan períodos de pastoreo de diferente intensidad y longitud, con períodos de descanso y rumia. (Arnold y Dudzinski, 1978 citado por Dougherty et al., 1989; Chilbroste et al.,1997)

Hodgson, 1990 (citado por Chilbroste, 2002) afirma que los vacunos presentan un patrón básico de comportamiento en pastoreo. Gibb et al., 1997 (citados por Chilbroste, 2002) y Rook et al., 1994, estudiando los patrones de pastoreo en vacas lecheras en pastoreo continuo, encuentran que las mismas presentan tres o cuatro sesiones de pastoreo, siendo las más importantes la de

temprano en la mañana y al final del día, con predominancia de esta última sobre la primera.

El retiro de los animales para el ordeño afecta el patrón natural, determinando que las principales sesiones de pastoreo ocurran luego de los ordeños, manteniéndose aún en estos casos la predominancia de la sesión de la tarde. (Chilibroste, 2002).

Se han propuesto varias causas que podrían explicar la mayor magnitud de la sesión de la tarde, entre ellas, el ayuno impuesto por el ordeño de la tarde (Rook et al., 1994), o la teoría de forraje óptimo según la cual los animales aumentarían la actividad de pastoreo de la tarde para tomar ventaja del mayor contenido de carbohidratos solubles (Van Vuuren et al., 1986) y de materia seca (Gibb et al., 1997) en la pastura (citados por Chilibroste 1998.), o que los animales buscan llenar el rumen para tener durante la noche suficiente sustrato para los microorganismos y poder evitar o reducir así el pastoreo nocturno (causas evolutivas) (Penning et al., 1991 citado por Rook, 2000).

Estos patrones de pastoreo pueden ser afectados por factores ambientales como la temperatura o la lluvia, pero los cambios que producen son mínimos. También pueden verse afectados por la dieta. Penning et al. 1991 citado por Rook, 2000, encuentra que ovinos en pastoreo de leguminosas realizan mayor número de comidas, pero de menor longitud que aquellos que pastorean gramíneas. La menor longitud de las comidas puede explicarse por las mayores tasas de consumo que permiten las leguminosas, estando el mayor número de comidas explicado por los menores requerimientos de rumia que presentan los animales que las pastorean debido a la mayor velocidad de ruptura del material, a su mayor tasas de degradación y de pasaje. (Enrique, 2000)

En cuanto a la tasa de bocado, Gibb et al., 1998 encuentran que si bien la hora del día no afecta los movimientos mandibulares totales (MMT), sí afecta la proporción de éstos dedicados a la aprehensión (MMP/MMT), y aunque esta diferencia no es detectada como estadísticamente significativa en el trabajo, trae como consecuencia variaciones significativas en la tasa de bocado, observándose un aumento de la misma durante la sesión de la tarde. Este aumento en la TB debido a la mayor relación MMP/ MMT estaría indicando una menor masticación durante la ingestión.

Esto indicaría que los animales maximizan la cosecha de forraje en la tarde conjugando altas tasas de consumo, la que se logra a expensas de una menor masticación durante la ingestión, con la sesión de pastoreo más larga.

Gorlero e Ibarlucea, 1999, encontraron en vacas Holstein pastoreando avena, que el mero ingreso de los animales a la franja estimula el consumo, observando momentos de máxima actividad de pastoreo grupal (proporción de animales pastoreando y altas tasas de bocado) al momento de ingreso a la misma. Cuando los animales presentan más de un ingreso a la parcela, éste coincide con un nuevo pico de actividad, siendo éstos de menor magnitud que el registrado al inicio de la sesión de pastoreo. Es importante notar que dentro de ese estímulo podría estar escondido el efecto que tiene el intervalo entre comidas o entre pastoreos (lo que podría ser visto como un ayuno corto), y su repercusión en el estado interno del animal sobre el consumo.

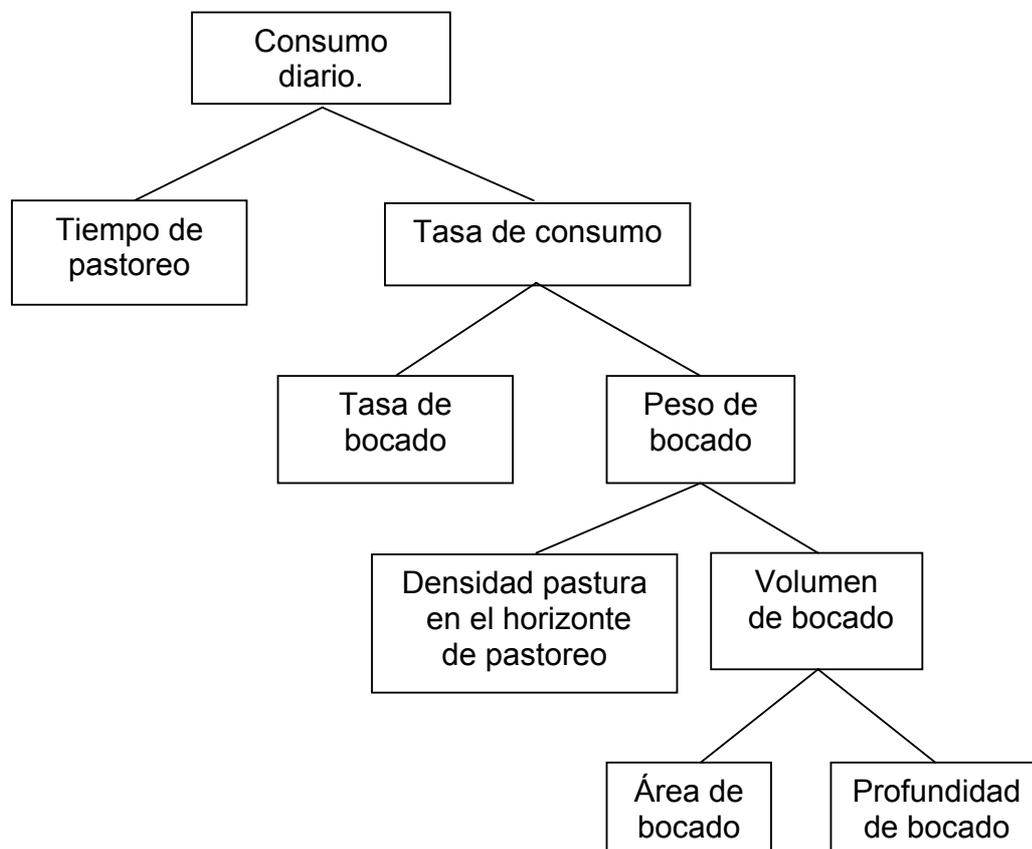
2.3 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

El consumo diario de forraje por animales en pastoreo puede expresarse como el producto de la tasa de consumo (TC) y el tiempo diario de pastoreo (TP). La TC a su vez, puede descomponerse en peso de bocado (PB) y tasa de bocado (TB), quedando entonces el consumo diario definido por la siguiente ecuación (Hancock, 1952 citado por Galli et al., 1996):

$$\mathbf{CD}(\text{kg MS/día}) = \mathbf{PB}[(\text{gm MS /bocado})/1000] * \mathbf{TB}[(\text{bocados /minuto}) * 60] * \mathbf{TP}(\text{hs.})$$

Estas variables describen el comportamiento ingestivo de un animal en pastoreo y las relaciones que existen entre éstos componentes puede observarse en la siguiente figura.

Figura n° 1_ Componentes del comportamiento ingestivo.



El peso de bocado está determinado fundamentalmente por las características de la pastura, mientras que la tasa y tiempo de pastoreo dependen más del estado interno del animal (Beever et al., 2000.)

2.3.1 Peso de bocado

Es la principal variable que explica el consumo diario, siendo la TB y el TP variables secundarias. (Chacon et al., 1976 y 1978 y Hodgson, 1981 citados por Galli et al., 1996; Forbes, 1988; Poppi, 1987). Los animales buscan compensar disminuciones en el peso de bocado con aumentos en la tasa de bocado, en el tiempo de pastoreo o más raramente aumentando ambos, pero estas respuestas son variables y muchas veces no logran compensar, viéndose así disminuido el consumo diario (Chacon y Stobbs 1976; Jamieson y Hodgson 1979, Allden y Whittakeer 1970, todos citados por Forbes 1988). Aún en los

casos donde la compensación es efectiva y el animal logra mantener la cantidad y calidad del forraje consumido, se resiente la producción por animal, ya que existe un aumento en el gasto de mantenimiento por la mayor actividad de pastoreo. (Gibb et al., 1997 y Ungar, 1996 citados por Soca et al., 2001; Forbes, 1988.)

El PB está determinado por el volumen del bocado (área * profundidad de bocado) y la densidad del forraje en el horizonte de pastoreo. (Hodgson, 1983 y Burlison, 1987 citados por Galli et al., 1996)

$$PB = \text{área} * \text{profundidad} * \text{densidad}$$

Variables que afectan el peso de bocado

Variables inherentes a la pastura.

1) Disponibilidad y Estructura.

Una misma asignación de forraje por animal, puede determinar, según la disponibilidad de la pastura (kg MS/há), diferentes consumos. Para una asignación determinada, la mayor disponibilidad por hectárea implica, mayor altura o mayor densidad o ambas, lo que facilita la prehensión del bocado permitiendo mayores pesos y por tanto mayor consumo. (Poppi et al., 1987.)

No se puede predecir el peso de bocado a partir de la disponibilidad como único dato, ya que una misma cantidad de biomasa/há puede estar distribuida en el espacio de forma diferente (diferentes alturas, densidad por horizonte, cobertura, barreras físicas).

La estructura de una pastura se puede definir por su disponibilidad, altura, cobertura y densidad de forraje en los distintos horizontes. Variaciones en cualquiera de estas variables afectan la profundidad y área de bocado viéndose afectado así el peso del mismo y la tasa de consumo (Laca et al., 1991 y 1992 citado por Galli et al., 1996). Pero la magnitud y dirección de las respuestas son complejas y difíciles de predecir (Cangiano et al., 1999) debido a la correlación que existe entre las características de la pastura y a los diferentes efectos que éstas tienen sobre los distintos componentes de la tasa de consumo.

2) Altura.

La altura es la variable de la pastura más directamente relacionada con el PB y por tanto con la TC. (Hodgson, 1985 y Demment et al., 1995 citados por Chilbroste, 1998; Forbes, 1988). Explica el 44% de las variaciones en el peso de bocado (Laca et al., 1994 citado por Rook, 2000). Sin embargo esto es cierto para pasturas en estado vegetativo o especies templadas, para pasturas en estado reproductivo o para las especies tropicales el PB estaría más relacionado con la densidad del horizonte de pastoreo y la proporción hoja / tallo (Stobbs, 1973 citado por Forbes, 1988). Esto podría estar explicado por la mayor altura y menor densidad superficial de las pasturas tropicales. (Cangiano et al., 1999)

Laca et al., 1992 y Mayne et al., 2000 (citados por Chilbroste, 2002) encuentran incrementos decrecientes en el peso de bocado a medida que aumenta la altura de la pastura.

Afecta a dos componentes del PB: área y profundidad, existiendo una relación positiva entre éstos y la altura de la pastura.

En pasturas muy cortas, los tallos y hojas se escapan cuando el animal intenta cortar el bocado, con lo cual el área de bocado es menor (Laca et al., 1991 citado por Galli et al., 1996). Al aumentar la altura aumenta el área de bocado, existiendo una altura crítica a partir de la cual se obtiene el área de bocado máxima (Laca et al., 1992 citado por Galli et al., 1996).

En cuanto a la profundidad del bocado, muchos autores afirman que ésta es una fracción más o menos constante de la altura del forraje disponible, independiente de su altura total y del peso vivo del animal (Laca et al., 1992; Ungar et al., 1991 y Wade et al., 1991 citados por Galli et al., 1996 y Demment et al., 1995; Parsons y Chapman, 1998 citados por Chilbroste, 2002), pero existen algunas discrepancias en cuanto a qué fracción de la altura total. En muchos trabajos (Mursan et al. 1992, Gillen et al. 1990, Ungar et al. 1991; Dine 1991 y otros citados por Galli et al. 1996) la profundidad promedio es el 50% de la altura de la pastura mientras que otros (Wade 1991 citado por Chilbroste 2002 y Rook 2000) señalan un valor de 34-35%. Chilbroste encuentra, en una serie de ensayos trabajando con vacas lecheras sobre pasturas de raigrás (Chilbroste et al., 1997-1998-2000 citados por Chilbroste, 2002) una relación curvilínea entre la altura de la pastura y la profundidad de bocado (expresada como porcentaje de la altura total). Ajustando una ecuación a los datos encontrados en los tres ensayos, llega a una profundidad máxima de 28.6% la que se aproxima a la encontrada por Wade quien también trabajó con vacas

lecheras pastoreando raigrás. Señala, sin embargo, que esta profundidad de bocado puede haber sido sub estimada.

Si bien la altura de la pastura es un importante determinante de la profundidad del bocado y por tanto del peso de bocado, la relación que existe entre la altura de la pastura y el peso de bocado no es constante. Una misma altura puede determinar diferentes pesos de bocados dependiendo de las especies que la componen, de su estructura, de su estado fenológico e incluso según el manejo del pastoreo (continuo vs. rotativo) (Rook, 2000) ya que todo esto determina diferencias en la densidad y resistencia al corte las cuales también afectan el peso de bocado (Poppi et al., 1987)

Materiales más fibrosos, más lignificados, presentan mayor resistencia al corte, con lo cual se afecta el área de bocado y por lo tanto el PB y TC.

3) Densidad

Aumentos en la densidad de la pastura llevan a una disminución del volumen de bocado por su efecto negativo sobre área y profundidad del mismo, sin embargo, esta disminución en el volumen no se traduce en el peso de bocado debido a la compensación por mayor densidad de forraje en el horizonte de pastoreo ($PB = Volumen * densidad$). En pasturas de menos de 7.5-10 cm de altura, el efecto negativo de la densidad sobre la profundidad no existiría. (Laca et al., 1992 y Ungar et al., 1991 citados por Galli et al., 1996).

En general, se obtienen mayores pesos de bocado y por tanto mayores tasas de consumo en pasturas más densas (Fisher et al., 1996 citado por Chilbroste, 1998).

Dado el efecto negativo que la densidad tiene sobre el área y profundidad de bocado para una disponibilidad dada, se esperan mayores pesos de bocado en pasturas altas y ralas que en pasturas cortas y densas. Esto demuestra que el dato de forraje disponible no sería suficiente para predecir el PB. (Laca et al., 1991 y 1992 citado por Galli et al., 1996)

4) Barreras físicas

En pasturas de gramíneas la altura de las vainas determinan un límite por debajo del cual los animales prefieren no comer, por lo cual actuarían limitando la profundidad del bocado.(Hodgson, 1990 citado por Chilbroste, 1998), sin embargo, este límite puede ser sobrepasado dependiendo de la presión de pastoreo. (Wade, 1991 citado por Chilbroste, 1998)

Flores et al., 1993 (citado por Rook, 2000) encuentra que en pasturas de gramínea (*Paspalum dilatatum*) construidas a mano, en estado vegetativo, la altura de las vainas no representa una barrera al pastoreo pero si lo es al estado reproductivo. Sugiere entonces que para predecir el PB en pasturas en estado reproductivo debería conocerse, además de la altura total de la pastura, la altura de la vaina y la longitud de las láminas.

El efecto de las vainas no es sólo sobre la profundidad del bocado, sino que también afectan el área del mismo, ya que éstas presentan mayor resistencia al corte. (Galli et al., 1996).

5) Contenido de humedad del forraje (% de materia seca)

Tasas de consumo de forraje fresco iguales determinan diferentes tasas de consumo de materia seca cuando los contenidos de humedad del forraje son diferentes. (Gibb et al., 1997 citado por Chilbroste, 1998)

Gibb (1998) estudiando el efecto que el momento del día tiene sobre el comportamiento de vacas pastoreando raigrás, encuentra que los PB medidos en base seca aumentan a lo largo del día, lo cual podría ser explicado en parte por el menor contenido de humedad del forraje al final del día.

La humedad exterior del forraje, que está sobre la superficie de las hojas en la mañana, también puede afectar el peso de bocado, al dificultar la aprehensión del mismo (Gibb et al., 1998)

6) Defoliación progresiva

Cuando el pastoreo se realiza a altas cargas el animal tienen menor capacidad de selección, es forzado a utilizar todo el forraje disponible. El resultado de esto es que a medida que avanza en la sesión de pastoreo el animal debe profundizar en la pastura, comiendo cada vez estratos u horizontes de menor altura o profundidad, con material menos digestible y con mayor proporción de tallos y material muerto. Como consecuencia de esto el peso de bocado disminuye y aumenta la tasa de bocado con lo cual se logra inicialmente mantener la tasa de consumo pero finalmente ésta disminuye. (Forbes, 1988)

VARIABLES INHERENTES AL ANIMAL.

1) Peso vivo.

El área del bocado está directamente relacionada con el tamaño de la boca y ésta relacionada con el peso vivo del animal. (Illius y Gordon, 1987 citados por Galli et al., 1996).

La profundidad del bocado por otro lado, es independiente del peso vivo y depende más bien de características de la pastura.

2) Estado interno del animal.

El estado interno del animal, que integra procesos y estímulos asociados a saciedad y/o hambre, memoria espacial, llenado del tracto gastrointestinal y expectativas sobre oportunidades de pastoreo, afecta el consumo, la selección de la dieta y contribuye a explicar cómo y cuando el vacuno modifica el peso de bocado y estrategia de pastoreo (Houston, 1993 citado por Soca et al., 2001).

Momento y largo de la sesión de pastoreo, ayuno, intervalo entre sesiones de pastoreo (el cual puede ser visto como un ayuno corto), llenado del rumen y nivel de suplementación, son variables que afectan estado interno del animal.

Se han llevado a cabo varios experimentos que estudian el efecto de las mismas sobre el comportamiento ingestivo. Un resumen de lo encontrado en éstos se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 2_ Resumen de experimentos que evalúan el efecto del ayuno y del tiempo y momento de pastoreo sobre el comportamiento ingestivo de los animales.

Autor	Pastura y animales	tratamientos	TC kgMS /h	PB gm/boc	TB prom. boc/min	TEP prop	LPS min	TR prop
Geenwood et al 1988	Novillos 515kg. Raigrás	ayuno de 36hs o 30-45 min.						
		T1 (ayunado)	am= 1.6	0.48	am= 39	0.65	>	0.15
		T2	am=1.0	0.44	am=30	0.45	<	0.30
Dougherty et al. 1989	Vaquillonas angus 471kg no lact. no preñadas Festuca	intervalo 1-2-3hs. entre pastoreos						
		T1	efecto los 1.76	no valores 0.66	signific prom 45			
		T2						
		T3						
Dougherty et al. 1989	Vaquillonas angus 471kg no lact. no preñadas Medicago	intervalo 1-2-3hs. entre pastoreos						
		T1	2.04	NS	25.7			
		T2	2.39	prom	27.1			
		T3	2.81	1.45	30.2			

Autor	Pastura y animales	tratamientos	TC kgMS /h	PB gm/boc	TB prom. boc/min	TEP prop	LPS min	TR prop
Chilibroste et al. 1997	Vacas holando 618 kg 18.3 lts. raigrás	ayuno 16.8hs vs. 2.5hs						
		T1 16.5	NS prom	NS	NS		160	
		T2 2.5	2.9-3	0.80	59-60		107	
Chilibroste et al. 1997	Vacas holando 574 kg 21.0 lts. raigrás	llenado o no del rumen con 12.5kg						
		T1(+)	2.1	0.63	NS pom		93	
		T2 (-)	3	0.84	60		107	
Soca et al. 1999		Momento y tiempo pastoreo (ayuno)						
		T1			39a	0.57a	82	0.24a
		T2			44b	0.59a	94	0.15a
		T3			44b	0.81b	120	0.05b

Greenwood et al., 1988 estudiando el efecto del ayuno (36hs vs. 30-45 min.) sobre el comportamiento ingestivo de novillos pastoreando raigrás y Dougherty et al., 1989 estudiando el efecto de diferentes intervalos entre pastoreos (1-2-3horas) sobre el comportamiento de vacas Angus (no lactantes no preñadas) pastoreando pasturas de Medicago sativa y pasturas de Festuca arundinacea, no encuentran efecto significativo del ayuno sobre el peso de bocado, mientras que sí observan disminuciones del mismo durante la sesión de pastoreo.

Esto coincide con lo hallado por Chilbroste 1999, quien estudiando el efecto que tiene el ayuno y el llenado del rumen sobre los diferentes componentes del comportamiento ingestivo no encuentra relaciones estadísticamente significativas entre éstos y el peso del bocado. Concluye que el PB depende más de las características de la pastura que del estado interno del animal y que su disminución durante la sesión de pastoreo estaría explicada por las variaciones que sufre la pastura durante el proceso de defoliación.

Los valores de PB reportados por Chilbroste et al., 1997 en vacas lecheras pastoreando raigrás, muestran disminuciones importantes del mismo durante las dos primeras horas de pastoreo (0.97 vs. 0.77 gr./bocado) y disminuciones menores en las horas siguientes (0.77vs 0.73 y 0.71)

3) Selectividad.

La selectividad no es en realidad un factor inherente al animal sino que depende también de la pastura. El que un animal sea capaz de expresar su selectividad o no, depende de las características de la pastura y del manejo del pastoreo. La selectividad varía mucho con la heterogeneidad de la pastura, ya que para que un animal seleccione un bocado y rechace otro tiene que ser capaz de diferenciarlo, y con la capacidad del animal para identificarlo y tomarlo (Galli et al., 1996).

La selección del bocado es afectada por la preferencia que los animales tienen por determinada parte de la planta y por su abundancia relativa. (Poppi et al., 1987).

Si bien una alta selectividad de la dieta puede ser positivo ya que aumenta la calidad, la concentración de nutrientes en el forraje ingerido, esto puede no ser ventajoso desde el punto de vista de la producción animal si lleva a disminuciones tales en el peso de bocado y tasa de bocado que conduzcan a disminuciones en el consumo de forraje diario (Hodgson y Maxwell, 1981 citado por Forbes, 1988 y Galli et al., 1996) lo que puede determinar, a su vez, un menor consumo de nutrientes.

2.3.2 Tasa de bocado.

Es el inverso del tiempo que necesita el animal para tomar un bocado (tn).

$$TB = 1/tn.$$

El tiempo necesario por bocado (tn) se compone por el tiempo de búsqueda (tb), el tiempo de aprehensión (ta), el tiempo de arrancar el bocado, masticar (tm) y tragar.

El tiempo de búsqueda depende de la velocidad de traslado del animal, de la cantidad de sitios de alimentación / unidad de superficie y de la selectividad del animal. (Ungar, y Noy-Meir, 1988 citados por Galli et al.,1996). Cuando los animales pastorean pasturas homogéneas y densas el tiempo de búsqueda es mínimo, ya que el animal puede buscar el siguiente bocado mientras procesa el bocado anterior. Animales pastoreando pasturas heterogéneas o de baja cobertura deben dedicar más tiempo a búsqueda, lo que determina menores tasas de bocado.

El tiempo de aprehensión y arrancado se asumen constantes e independientes del peso de bocado. (Ungar y Noy-Meir, 1988 y Laca y Demment, 1991 citados por Galli et al.,1996; Rook, 2000)

El tiempo de masticado depende del peso de bocado, bocados más grandes requieren de más tiempo de masticación (Parsons et al., 1994 citado por Rook, 2000).

Existe una tasa de bocado máxima determinada por la morfología del animal. Por debajo de ésta, la TB a la cual consume depende de las características de la pastura y de las características del animal.

Tasa de bocado-Tasa de consumo

Como ya se mencionó antes, la tasa de consumo (TC) está compuesta por la tasa de bocado y el peso del bocado.

$$TC = PB*TB$$

La disminución en el PB permite un aumento en la TB ocurriendo así una compensación entre los componentes de la tasa de consumo (TC) siendo ésta menos sensible que el PB a los cambios en la pastura.

Al ser el tiempo de aprehensión un costo fijo, el cual no disminuye con menores pesos de bocado, la eficiencia con que se manipula el bocado (medida como tiempo de manipulación/gm) es menor en bocados pequeños, lo que explica que este mecanismo de compensación sea limitado (Allden y Wittaker, 1970; Chacon y Stobbs, 1976 y Hodgson, 1990 citados por Galli et al., 1996; Parsons, 1998).

Variables que afectan la tasa de bocado

Variables inherentes a la pastura.

1) Disponibilidad, altura, estructura.

Variaciones en la disponibilidad, altura, densidad y cualquier variación en la pastura que determine disminuciones en el peso de bocado, pueden llevar a aumentos en la tasa de bocado, ya que disminuye el tiempo de masticación y por lo tanto, el tiempo requerido por bocado. Hodgson (1986 citado por Galli et al., 1996) afirma que las modificaciones en la TB se dan en respuesta directa a cambios en la pastura y no a un intento del animal para compensar el menor PB. Sin embargo esto último no explicaría el aumento en la TB que observan algunos autores en los animales con mayores requerimientos.

Laca et al., 1994 (citado por Chilbroste, 1999) encuentra que no siempre un aumento en el peso de bocado irá acompañado por disminución en la TB, ya que existe un rango de pesos de bocados (0.5 a 1.5 gr/bocado) dentro del cual el animal es capaz de superponer aprehensión con masticación (movimientos mandibulares compuestos = MMC). Es decir que, si bien al aumentar el peso del bocado aumentan los movimientos mandibulares de masticación (MMM), estos son superpuestos con los movimientos de aprehensión (MMP o bocados) sin aumentar el tiempo por bocado. Al aumentar el PB aumentan los MMC y disminuyen los MMP lo que determina que la respuesta en el tiempo por bocado a aumentos en el PB sea cuadrática.

2) Calidad

La calidad del forraje es otra variable de la pastura que afecta el tiempo por bocado. Por un lado, forrajes más fibrosos y duros presentan mayor resistencia al corte, lo que determinaría menores PB y por tanto, menor tiempo

de masticación, pero por otro lado, materiales más fibrosos requieren más tiempo de masticación/gm MS. (Pond et al., 1984 y 1987; Spalinger et al., 1988 y Boever, 1990 citados por Galli et al., 1996; Soca et al., 2001).

VARIABLES INHERENTES AL ANIMAL.

1) Selectividad

Los animales ajustan su comportamiento de pastoreo de acuerdo a la disponibilidad de la fracción preferida del forraje y su distribución espacial.

Animales más selectivos dedicarán más tiempo a la búsqueda, disminuyendo así la TB (Galli et al., 1996).

2) Estado fisiológico

Animales con mayores requerimientos son capaces de aumentar la TB a expensas de una menor masticación, lo cual traería consecuencias en el ámbito de la ingestión, digestión y disponibilidad de nutrientes. A nivel de la ingestión, ya que la masticación juega un importante papel en la reducción del tamaño de partícula (Ullyat et al., 1986 citado por Galli et al., 1996) y por tanto una menor masticación, estaría implicando la llegada al rumen de partículas de mayor tamaño, con lo cual aumentarían los requerimientos de rumia (Laca et al., 1994 citado por Chilibroste, 1998). A nivel de la digestión y disponibilidad de nutrientes, debido al papel que juega la masticación en la extracción de contenidos celulares y exposición al ataque microbiano. Una menor masticación determina una menor exposición al ataque microbiano y demora en hacerse disponible el sustrato fermentable (Pond et al., 1984 y 1987 citado por Galli et al., 1996; Chilibroste, 1999).

3) Estado interno del animal.

Dougherty et al., 1989 y Greenwood et al., 1988 encuentran que el ayuno conduce a incrementos en la TC por medio de un aumento de la TB sin modificar el PB.

Estas diferencias entre ayunados y no ayunados se manifiestan durante las primeras horas de pastoreo desapareciendo luego con el transcurrir de la sesión. Las TB de los animales ayunados disminuyen a lo largo de la sesión, mientras que los no ayunados mantienen sus tasas más o menos constantes a lo largo del día. (Greenwood et al., 1988 y Soca et al., 1999, Gorlero et al., 1999). Soca et al., 1999 reporta TB de 50-40-40 bocados / minuto para inicio,

medio y fin de la sesión de pastoreo, pero que tales disminuciones no se observan en animales no ayunados, teniendo éstos una TB inicial de 41 boc/min. La explicación a esto podría encontrarse en que el ayuno previo al pastoreo aumenta el apetito de los animales induciéndolos a aumentar sus TB. A medida que transcurre el pastoreo y los animales consumen forraje nos aproximaríamos a un “estado estable” donde las tasas de consumo MS igualan a las tasas de desaparición de la MS del rumen (la cual se debe a degradación y pasaje), en este punto las TB serían más bajas y constantes. Los animales no ayunados estarían más próximos de ese “estado estable” lo que explicaría su menor variación en la TB. (Dougherty et al., 1987 citado por Geenwood et al., 1988)

Dougherty (et al., 1987 citado por Greenwood et al., 1988) sugieren que las mayores tasas de bocado observadas al inicio de la sesión de pastoreo en los animales ayunados, se deben a una menor selectividad causada por la sensación de hambre, sin embargo, no realizaron evaluaciones de la calidad de la dieta consumida que lo verificara.

Greenwood (et al., 1988) en cambio, propone que tales incrementos en la TB se realizan a expensas de una menor masticación, lo cual provocaría la entrada al rumen de partículas de mayor tamaño afectándose así el tiempo de retención. No se afecta la calidad del forraje consumido, lo que estaría indicando entonces que la tasa de consumo de nutrientes que normalmente realizan los animales es menor a la que serían capaces de hacer.

Cuando lo que se manipula es el intervalo entre comidas (Dougherty et al., 1989) el efecto del ayuno sobre PB y TB interactúa con la digestibilidad. Cuando se pastorean forrajes de alta digestibilidad el aumento en el tiempo de ayuno aumenta la TC debido a un aumento en la TB sin afectar PB. En cambio, cuando se pastorean forrajes de baja digestibilidad, el largo de ayuno no tiene efectos directos sobre el comportamiento ingestivo (siguiente sesión de pastoreo) pero sí residuales (a las 24 horas de aplicado el tratamiento), encontrándose menores TC a medida que aumenta el intervalo entre pastoreos debido a una disminución en el PB pero sin cambiar la TB. Aparentemente, la respuesta del comportamiento ingestivo a cambios en el largo del ayuno o al intervalo entre pastoreos, estaría explicada por el tiempo de retención del forraje consumido en el tracto gastrointestinal. (Dougherty et al., 1989). Hay que tener en cuenta que la metodología empleada para la estimación del CMS, PB y TC empleada por Dougherty (por diferencia entre asignación de forraje (kg MS) por encima de 5cm y forraje residual por encima de 5 cm) no es la misma que la empleada por Greenwood (et al., 1989). Chilibroste (et al., 1997.) empleando una metodología similar a la de Dougherty concluye que los datos obtenidos con ésta son poco confiables.

Chilibroste et al., 1997, estudiando el efecto de diferentes largos de ayuno (2.5 vs. 16.5hs) sobre el comportamiento ingestivo de vacas lecheras pastoreando raigrás no encuentra diferencia significativa entre la TB de los tratamientos. La explicación que encuentra a esto es que 2.5hs de ayuno y el vaciado son suficientes para inducir al animal la sensación de hambre que lo conduce a realizar altas tasas de bocado, similares a las del tratamiento con mayor largo de ayuno (16hs).

Momento del día

Forbes (1982, citado por Forbes, 1988) encuentra que tanto ovinos como vacunos aumentan su tasa de bocado con el correr del día, en tres de cinco pasturas estudiadas. En las otras dos pasturas el momento del día no tuvo efecto aparente.

Gibb et al., 1998 encontraron que si bien la tasa de movimientos mandibulares totales (MMT) no varía a lo largo del día si cambia la proporción de éstos dedicados a aprehensión (bocados). Orr et al., 2001 en cambio encuentran mayor tasa de MMT en animales que reciben su franja diaria en la tarde. Mas allá de esta discrepancia ambos encuentran, en coincidencia con lo hallado por Forbes (1982, citado por Forbes, 1988) variaciones significativas en la TB a lo largo del día, encontrando mayores tasas de bocado en la tarde.

Gibb et al., 1998, encontraron que en las sesiones de pastoreo posteriores al ordeño, la TB no varía mucho estando próxima a los 52 boc/min. En la sesión de la mañana más próxima al medio día ésta se redujo (47 boc/min) mientras que en la sesión de la tarde aumentó a 59 bocados por minuto.

Ese efecto significativo que tiene el momento del día sobre la tasa y peso de bocado determina grandes variaciones en la tasa de consumo a lo largo del mismo (1.0 vs. 1.4 kg MS/hs) lo que trae como consecuencia, que se cometan errores cuando se calcula el consumo de materia seca diario como el producto del tiempo de pastoreo y la tasa de consumo promedio del día.

2.3.3 Tiempo de pastoreo

El TP diario puede hallarse como la suma de los largos de las diferentes sesiones o comidas que el animal realiza durante el día. (Gill et al., 1994, Galli et al., 1996)

Los mecanismos que determinan el largo de las sesiones no son bien conocidos, y esto dificulta la predicción del consumo a partir del comportamiento ingestivo. (Gill et al., 1994, Soca et al. 2001)

Estos factores o señales que determinan el inicio y fin de las comidas o sesiones de pastoreo actúan de nexo entre el comportamiento ingestivo desarrollado por el animal y los mecanismos implicados en el control del consumo (Rook, 2000). Su conocimiento entonces es de fundamental importancia ya que van a ser éstos los que nos ayuden a comprender mejor los mecanismos que controlan el consumo, permitiéndonos así predecirlo con mayor exactitud e incluso influir sobre el mismo.

El estado interno del animal, cantidad y calidad de forraje disponible, disponibilidad de productos finales de la fermentación y el fotoperíodo, han sido postulados como los principales factores que afectan el tiempo total y largo de las sesiones diarias de pastoreo. (Soca et al. 2001)

Galli et al., 1996 citando a otros autores (Forbes, 1980; Grovum, 1987; Poppi et al., 1994); Thiago et al., 1992 citado por Gill y Romney, 1994; y Chilbroste, 1999 concluyen que son varios los factores y señales involucradas en el inicio y fin de las sesiones o comidas, actuando muchas veces simultáneamente (Mbanya et al., 1993), y que la importancia o peso de estos factores en determinar el largo de la misma puede ir cambiando a lo largo del día.

El TP es el principal mecanismo compensador por el cual los animales pueden aumentar o mantener su consumo diario cuando las TC son bajas, pero esta capacidad de compensación es limitada ya que el animal no puede aumentar su tiempo de pastoreo indefinidamente, existiendo restricciones al aumento del TP. Una de ellas es la necesidad del animal de realizar otras actividades como rumiar y descansar (Chacon y Stobbs, 1976; Laca et al., 1994 citados por Galli et al., 1996 y Rook, 2000).

Variables que afectan el tiempo de pastoreo

Variables inherentes a la pastura.

Altura de la pastura.

Frente a reducciones en la altura de la pastura, los animales incrementan el tiempo dedicado a pastoreo de manera de compensar las menores tasas de consumo y mantener el consumo diario (Pulido y Leaver, 1995 citado por Rook, 2000 y Soca et al., 2001). Pero esto no es una regla constante. En pastoreos rotativos, la menor altura de la pastura al acercarse el día de cambio de franja, puede no llevar a aumentos en el TP, lo que podría ser explicado por la expectativa del animal, que anticipa el cambio de franja (Jamieson y Hodgson, 1979 citados por Rook, 2000).

Otro ejemplo de esto es que animales suplementados pastoreando pasturas muy cortas, presentan menores TP que otros animales con el mismo suplemento y sobre pasturas de mayor altura (Rook et al., 1994). Esto podría explicarse por una relación costo / beneficio desfavorable considerando como beneficio los nutrientes adicionales obtenidos y como costo el aumento en el gasto energético por la mayor actividad de pastoreo. Esto también fue encontrado por Soca (2000) quien propone que la disminución en el consumo de forraje con el aumento del suplemento se debe, en parte, a la reducción en el tiempo de pastoreo. La altura de la pastura (7-5cm) y la proporción de restos secos determinaron un acceso restrictivo al material verde lo que hace que los animales detecten una relación desfavorable entre el tiempo de pastoreo y costo energético para cosechar el forraje disminuyendo por esto el tiempo de pastoreo.

Variables inherentes al animal.

1) Estado interno del animal.

Muchos autores (Geenwood et al., 1988, Chilbroste et al., 1997, Soca et al., 1999) han encontrado que el ayuno previo al pastoreo aumenta la proporción del tiempo dedicada a esta actividad, principalmente a través de un aumento en el largo de la primera sesión de pastoreo (LPS).

Soca et al, 1999, estudiando el efecto del momento y tiempo del pastoreo sobre comportamiento ingestivo de vacas lecheras pastoreando avena y suplementadas con ensilaje de maíz y concentrado, reporta valores de 57% del tiempo disponible dedicado a actividades de pastoreo en los animales sin ayunar y de 81% para los animales ayunados, siendo sus LPS 82 y 120 minutos

respectivamente. Este aumento en el tiempo de pastoreo se realizó a expensas de un menor tiempo de rumia (0.24 vs. 0.05 %) y descanso (0.19 vs. 0.09%).

Chilibroste et al., 1997 estudiando el efecto del llenado del rumen y ayuno sobre el comportamiento ingestivo de vacas lecheras pastoreando raigrás encuentra que la inclusión de 12.5 Kg. de material indigestible en el rumen también tiene efecto en el tiempo de pastoreo y que su magnitud depende del largo del ayuno impuesto (disminuciones en el TP por inclusión de material indigestible de 44.3 minutos en animales con ayuno prolongado y disminuciones de 13.4 minutos en animales con ayuno corto.). Esta tendencia hacia la interacción entre efectos estaría sugiriendo la aditividad de señales en el control del tiempo de pastoreo, ya sugerida por Mbanaya (et al., 1993) y por Gill (et al., 1994).

2) Llenado del rumen.

Cuando se compara el contenido ruminal total (CRT), pool MS rumen (MSr) y pool FDN rumen (FDNr) de animales consumiendo forrajes frescos (Chilibroste et al., 1997; Van Vuuren et al., 1992; Wagohorn, 1986 y Waghorn et al., 1989) con los de animales consumiendo dietas con mayor proporción de concentrados se encuentran grandes diferencias en sus contenidos de MSr y FDNr pero no grandes diferencias en los CRT. (Chilibroste, 1999)

El mayor contenido de humedad en los forrajes determina que los animales que los consumen lleguen a un volumen de CRT que los obliga a detener la sesión de pastoreo, aún encontrándose lejos de los máximos niveles de MSr y FDNr. El bajo contenido de materia seca del forraje estaría determinando entonces los bajos %MS encontrados en el rumen (12.5%) (Chilibroste 1999). Por otro lado, De Visser et al., 1993 (citado por Chilibroste, 1999) quien trabajó con dietas con mayor contenido de materia seca (33-35%) también reporta contenidos de 12-13% MS en el rumen. La incapacidad de los animales para disminuir el contenido de humedad puede hallarse en la ineficiencia de la masticación durante la ingestión en animales ayunados (Chilibroste, 1999). Recién luego de una sesión de rumia, donde la masticación disminuye el volumen del CRT, los animales podrían retomar el consumo.

3) Productos de la fermentación

Gill y England (sin publicar, citado por Gill et al., 1994) encuentran que vacas alimentadas con heno de trébol blanco detienen su consumo cuando el peso de su contenido ruminal es menor que el de aquellas vacas alimentadas con heno de gramínea, lo que indica que el factor que limitó el consumo de heno de trébol blanco no fue físico. La mayor digestibilidad de este heno

determinaría una más rápida producción o liberación de productos de la fermentación, los que estimularían los receptores químicos que envían la señal de saciedad al hipotálamo.

Cuando se pastorea raigrás o trébol blanco fresco, una gran proporción de la materia orgánica (85-95%) es digestible en el rumen, siendo los principales productos de esta fermentación ácidos grasos volátiles (AGV) y amonio (NH₃).

Se sugirió que éstos podrían estar involucrados en el control del consumo en rumiantes (Forbes, 1995; Gill et al., 1988; Grovum, 1987 y 1995; Leuvenink, 1998; Van Os, 1997; todos citados por Chilbroste, 1999)

Chilbroste, 1999 compara los valores y concentraciones de estos metabolitos en el rumen de vacas que finalizan voluntariamente su primera sesión de pastoreo y encuentra que éstos se hallan dentro de los rangos fisiológicos. Valores mayores a esos han sido reportados para vacas lecheras por Mattiauda et al., 1997; Rearte y Santini, 1989 y Van Vuuren et al., 1986 (todos citados por Chilbroste, 1999). Esto estaría indicando que ninguno de estos metabolitos, individualmente, determinaron el cese de la primera sesión de pastoreo. Por otro lado hay que tener en cuenta que más que el contenido o nivel de cada uno, es la relación que existe entre ellos la que estaría enviando la señal de saciedad (Mbanya et al., 1993). Chilbroste et al., 1997 encontraron que los animales ayunados detienen el consumo antes de llegar a la capacidad de llenado del rumen y que esto podría estar explicado por el desbalance de nutrientes. El desbalance de nutrientes, entonces, podría estar involucrado en el control del tiempo de pastoreo, adquiriendo especial relevancia en animales que consumen alimentos desbalanceados como pueden ser pasturas de gramíneas y leguminosas frescas de altas calidad (Beever y Siddons, 1986; Van Vuuren, 1993 citados por Chilbroste, 1999).

4) Manipulación del alimento.

Lindstrom y Redbo (2000) afirman que los animales presentan la necesidad de desarrollar un comportamiento específico sin importar el ambiente ni si fueron cubiertas o no sus necesidades fisiológicas. Se podría decir que presentan entonces dos tipos de hambre: uno determinado por necesidades fisiológicas y otro determinado por necesidades psicológicas de manipulación oral del alimento. El no desarrollo de este comportamiento específico conduciría al malestar del animal. Indicadores de este malestar son el desarrollo de actividades orales estereotipadas (rolling tongue) y búsqueda de alimento.

Estos autores proponen que los receptores que se encuentran en la cavidad bucal y garganta de los animales serían estimulados por la manipulación oral del alimento, enviando así señales de feed-back negativo que determinan la sensación de saciedad que lleva a la finalización del proceso de ingestión.

Encuentran en un estudio con animales estabulados, que dos animales con diferentes niveles de llenado del rumen, uno con bajo contenido ruminal y otro con alto contenido ruminal, presentan iguales tiempos totales de ingestión, lo cual estaría indicando que el llenado no es el único regulador del tiempo de alimentación. Se diferencian en cambio en la frecuencia de las comidas, presentando un mayor número de comidas por día el animal con menor contenido ruminal. Concluyen con esto que el estímulo de los receptores bucales por la manipulación del alimento es lo que determina el tiempo total dedicado a la alimentación, mientras que el comienzo de las comidas estaría más relacionado con el nivel de llenado del rumen.

Factores sociales.

Rook y Huckle (1995 citado por Rook, 2000) encontraron que animales que pastorean en grupo presentan una cierta sincronización de sus actividades de pastoreo, estando más sincronizado el inicio que el fin de la sesión.

VARIABLES DE MANEJO.

1) Suplementación.

En condiciones de pastoreo la suplementación tiene un efecto marcado en el consumo de forrajes. La disminución en el consumo de forraje por kilo de suplemento, lo que se define como tasa de sustitución, varía según la cantidad y/o calidad del forraje disponible o asignado por vaca, de la composición química del forraje y del nivel y tipo de suplemento. Esta depresión en el consumo de forraje con la suplementación ha sido en parte explicada por la reducción en el tiempo de pastoreo que presentan las vacas suplementadas. (Soca et al., 2001).

Esa reducción en el TP con la suplementación varía según la disponibilidad de forraje y tiempo de acceso al pastoreo. Cuando la disponibilidad del forraje es alta los animales suplementados reducen su tiempo de pastoreo y por tanto su consumo de forraje, mientras que cuando las asignaciones son más restrictivas el efecto del suplemento sobre el tiempo de pastoreo es pequeño resultando en pequeñas tasas de sustitución (Mayne,

1991 citado por Beever et al., 2000). Del mismo modo los mayores niveles de suplementación llevan a una reducción en el tiempo dedicado a pastoreo cuando los animales presentan libre acceso a la pastura, pero no tienen efecto significativo cuando el tiempo de acceso a la pastura es restringido (Soca, 2000)

La suplementación afecta el tiempo total de pastoreo y su intensidad. Los animales suplementados presentan un pastoreo de mayor intensidad que los no suplementados, dado que emplean menos tiempo en la búsqueda de forraje (Krysl Hess, 1993, citado por Soca et al., 2001)

El efecto que tienen algunas variables relacionadas a los procesos digestivos (velocidad de degradación, tasa de pasaje, productos finales de la fermentación,) sobre el tiempo de pastoreo demuestra la necesidad de estudiar conjuntamente los procesos de ingestión y digestión, y no como procesos independientes. (Laca y Demment, 1996 citados por Soca et al., 2001; Chilbroste, 1998 y 1999)

2)Tiempo de acceso.

La restricción en el tiempo de acceso a la pastura conduce a aumentos en la proporción del tiempo dedicada a pastoreo, lo que se logra a través de una disminución en el tiempo dedicado a rumia y descanso. (Soca, 2000; Chilbroste et al., 1997)

3) Momento del día.

Orr et al., 2001 en un experimento donde estudia el efecto que tiene abrir la franja diaria a los animales en la mañana o en la tarde encuentra que los tratamientos no se diferencian en el tiempo efectivo de pastoreo pero si en el tiempo de rumia, dedicando más tiempo a rumia los animales que reciben su franja en la mañana. Esto posiblemente esté explicado por las mayores tasas de digestión que presentan los animales que reciben su franja diaria en la tarde, resultado de la mayor concentración de carbohidratos solubles en el forraje consumido.

2.3.4 Proceso de defoliación

Se ha propuesto que los animales realizan un pastoreo por horizontes. Esta teoría, que ha sido ampliamente aceptada, propone que los animales remueven una proporción relativamente fija de la altura total de la pastura (Demment et al., 1995; Parson y Chapman, 1998 citados por Chilibroste, 2002).

A medida que transcurre la sesión de pastoreo el animal altera las características de la pastura, desaparece el horizonte inicial y aparecen otros horizontes con diferentes estructuras (menor altura o profundidad, con material menos digestible, mayor proporción de tallos y material muerto) que trae consecuencias en el peso y tasa de bocado, afectándose entonces la TC (Cangiano et al., 1999; Forbes, 1988).

Es decir que el comportamiento ingestivo del animal afecta las características de la pastura y su capacidad de rebrote, y ésta a su vez afectan el comportamiento ingestivo del animal.

Chilibroste (et al., 1999), estudiando el efecto del momento de la sesión de pastoreo sobre la producción y composición de leche de vacas Holstein en pastoreo de avena, encuentra que la dinámica de desaparición de la pastura se ajusta a un modelo exponencial, donde la mayor parte del forraje desaparecido lo hace en las primeras dos horas de pastoreo. Esto podría estar explicado por las características de la pastura al inicio de la sesión de pastoreo, que permiten realizar altas tasas de consumo, y por el apetito con que ingresan los animales.

Al analizar, en el mismo ensayo, la tasa de desaparición de la pastura durante las primeras cuatro horas de pastoreo encuentran mayores tasas de desaparición en la parcela de los animales más ayunados quienes tenía su sesión de pastoreo más tarde en el día.

Esto concuerda por lo hallado por Dougherty en 1989, quienes encuentran menores alturas al final de la sesión de pastoreo en los tratamientos que habían tenido mayor intervalo entre comidas.

Estos antecedentes sugieren entonces que el estado interno del animal afecta patrón de defoliación y utilización del forraje.

2.4 HIPÓTESIS.

1. El consumo de ensilaje de maíz previo al ingreso a la parcela determina en los animales un mayor contenido ruminal al inicio de la sesión que los lleva a realizar una primera sesión de pastoreo más corta.
2. La sensación de hambre que tiene los animales que ingresan a la pastura ayunados los motiva a realizar altas tasas iniciales. A medida que transcurre la sesión de pastoreo y estos consumen forraje aumenta la sensación de saciedad lo que los lleva a disminuir su tasa de bocado manteniéndola luego constante.
3. Los animales que consumen EM previo al pastoreo ingresan a la pastura con mayor sensación de saciedad, en comparación con los que ingresan a la franja ayunados, lo que los lleva a realizar menores tasas de bocado al inicio de la sesión y por esto presentan una menor variación en la tasas de bocado durante la sesión.
4. El no consumo de ensilaje previo al pastoreo estimula a los animales a dedicar una mayor proporción del tiempo a pastoreo, a expensas de una menor rumia.
5. El suministro de ensilaje en diferentes momentos del día, determina diferencias en el comportamiento ingestivo de los animales, que se verían reflejadas en diferencias en los patrones de desaparición de la pastura.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

La realización del ensayo tuvo lugar en la Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, ubicada en el Km. 363 de la ruta 3, departamento de Paysandú.

3.2 PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo durante el otoño de 2002, entre el 20 de mayo y el 9 de junio. Durante la primer semana no se realizaron determinaciones, comenzando éstas la segunda semana. Las determinaciones de comportamiento ingestivo (utilizadas en esta tesis) se realizaron durante las semanas 5, 6 y 7.

3.3 ANIMALES

Se utilizaron 36 animales paridos entre el 15/03 y 15/04, en su mayoría con más de una lactancia.

Estos se agruparon en bloques según los criterios de producción, número de lactancia y etapa de la lactancia, buscando la mayor homogeneidad dentro de los mismos. Luego, los animales de cada bloque fueron asignados en forma aleatoria a los diferentes tratamientos.

3.4 PASTURA

El ensayo se realizó sobre praderas permanentes ubicadas en los potreros 7a y 7b de la unidad de lechería de la EEMAC.

El potrero 7a fue sembrado en el 7 julio del 2000 con una mezcla de festuca (*Festuca arundinacea*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y lotus (*Lotus corniculatus*) a densidades de 10, 2 y 8 Kg/há respectivamente. El día de la siembra se fertilizó con 120 Kg/há de 18-46-0.

El potrero 7b fue sembrado el 18 de junio de 2001 con una mezcla de avena (*Avena bizantina*), Pasto azul (*Dactylis glomerata*), trébol blanco y lotus a densidades de 10, 10, 2 y 12 Kg/há respectivamente y fertilizada, el día de la siembra, con 100 Kg/há de 25-33-0.

Ambos potreros fueron sembrados con siembra directa y refertilizados el 11 de mayo de 2002 con 100 Kg/há de 25-33-0.

Los potreros fueron divididos en parcelas y cada parcela subdividida en tres franjas donde cada tratamiento pastoreaba por separado pero sin estar aislados visualmente. La asignación de los tratamientos a las franjas fue al azar, realizándose el primer día de ingreso a la parcela y manteniéndose el mismo orden para los demás días de permanencia en la misma. Esto se hizo para evitar o disminuir interacciones entre los tratamientos y variaciones en la pastura. Se buscó que todos los tratamientos tuvieran iguales condiciones de pastoreo. Cada franja a su vez era dividida en sub franjas, pastoreando los animales una sub franja por día.

3.5 SUPLEMENTO

Todos los animales del ensayo fueron suplementados con ensilaje de maíz (16 Kg base fresca/animal/día), 6 Kg de concentrado CALPA (16 % proteína cruda) y 100 grs. de mezcla Bovigold/NaCl 60/40.

3.6 MANEJO

El pastoreo se realizó en franjas diarias, cuya área era determinada semanalmente según la disponibilidad de forraje por hectárea y la asignación buscada. La asignación de forraje fue de 15 kg. MS/animal/día para todos los tratamientos.

Durante la sesión de pastoreo, la cual comenzaba a las 9hs y finalizaba a las 15hs, los tratamientos pastoreaban por separado pero no aislados visualmente, permaneciendo juntos durante los traslados y los ordeños.

Las vacas se ordeñaron 2 veces al día al las 4:30 y a las 15:30 hs, recibiendo en cada ordeño 3 Kg de concentrado.

El ensilaje de maíz fue suministrado en comederos individuales donde los animales permanecían encapados para evitar relaciones de dominancia y poder registrar oferta y rechazo individualmente.

Luego del ordeño de la tarde los animales permanecían encerrados en un corral situado próximo a la sala de ordeño.

3.7 TRATAMIENTOS

Los tratamientos se diferenciaron únicamente en la distribución y hora de suministro del ensilado de maíz, realizándose de la siguiente forma:

Cuadro n° 3_ Tratamientos.

TRATAMIENTO	MANEJO
tratamiento 1	pastoreo en franjas y 100 % del ensilado de maíz luego del ordeño de la tarde (18 hs)
tratamiento 2	pastoreo en franjas y 100 % del ensilado de maíz luego del ordeño de la mañana (6hs)
tratamiento 3	pastoreo en franjas y ensilado de maíz distribuido en dos veces 50% luego del ordeño de la mañana y el 50% restante luego del ordeño de la tarde.

3.8 DETERMINACIONES

3.8.1 En la pastura.

Calibración

En la pastura cada 15 días se realizaron determinaciones de disponibilidad de forraje de manera de definir el área de las franjas (calibración). Las mismas se hicieron por el método de doble muestreo modificado con el plato "rising plate", con cinco puntos y tres repeticiones de la escala, definidos con el plato en un área representativa de donde se desarrolló el experimento en el período correspondiente. En estos puntos se midió la altura en tres repeticiones dentro del cuadro (en diagonal, con regla, tomando como altura el punto de contacto de la hoja mas alta con la regla), cortándose material verde para la calibración del plato. Con estos datos se elaboraron, quincenalmente ecuaciones que relacionan la masa de forraje con la altura comprimida medida con el plato, las cuales son usadas para estimar la disponibilidad de forraje

Forraje disponible.

Semanalmente se determinó la disponibilidad de forraje para cada tratamiento en el área que ingresaban a pastorear los animales al día siguiente. Esta área se recorrió midiendo con el “plato” 50 puntos por tratamiento en diagonal dentro de cada parcela

Evolución de la altura del forraje.

Con el fin de estudiar la dinámica de desaparición de la pastura durante la sesión de pastoreo se registró la evolución de la altura del forraje durante la misma.

Durante las semanas 5,6 y 7 del ensayo, los días miércoles y jueves, se midió la altura del forraje utilizando el “rising plate” cada intervalos de 1 hora durante toda la sesión de pastoreo, a las 9hs, a las 10hs y así sucesivamente hasta las 15hs (Chilibroste et al. 1999)

Las mediciones se hicieron por tratamiento y de la siguiente forma: se recorrió el área donde pastoreaban los animales a través de sus diagonales, efectuando una medición con el plato cada 1.3m aproximadamente. Se registró el valor del plato al inicio y al final de la diagonal y el número de mediciones que se hicieron sobre la misma. Se restó al valor final del plato el valor inicial y se dividió esta diferencia entre el número de mediciones que se hicieron sobre la diagonal, de modo que se obtuvo un valor de plato promedio por diagonal.

Estructura de la pastura.

La estructura de la pastura se determinó mediante dos muestreos realizados los días sábados de las semanas 6 y 7. Cada muestreo consistió en 8 muestras tomadas al azar de la parcela a la cual ingresarán los animales al día siguiente.

Para la toma de las muestras se utilizó un cuadro de 20 * 25cm que se montó sobre una varilla graduada la cual se enterró en el suelo. Se midió la altura de la pastura (sin extender las hojas) en cuatro puntos dentro del cuadro, a 2cm de cada vértice. Se deslizó el cuadro hasta los 10cm de altura indicados en la varilla y se cortó todo el material que quedó por encima de éste. El material fue colocado en una bolsa junto con una etiqueta donde se indicó el día en que se tomó la muestra, parcela, número de muestra y estrato al que pertenecía. Luego se desplazó el cuadro hasta los 5cm y se repitió la acción. Por último se cortó todo el material restante menos los estolones pegados al piso, los cuales no fueron recogidos, al igual que el mantillo. Al finalizar el

muestreo las muestras fueron pesada (peso fresco) y puestas a secar durante 48hs en la estufa. Pasadas las 48 horas se volvió a pesar (peso seco) y se molieron.

Con los datos obtenidos se ajusta una función de regresión entre la altura y la disponibilidad. Luego utilizando esta función se calcula la disponibilidad de forraje acumulada a diferentes alturas de la pastura, hallándose luego la disponibilidad por estrato como la diferencia entre la disponibilidad acumulada en límite superior del estrato y la disponibilidad acumulada en límite inferior del mismo. Ejemplo disponibilidad estrato de 5 a 8cm = disp. acumulada a los 8cm – disp. acumulada a los 5 cm.

3.8.2 En los animales.

Durante las semanas 5,6 y 7 del ensayo se estudiaron las siguientes variables de comportamiento ingestivo de los animales: patrón de pastoreo (número, duración y momento de las sesiones de pastoreo), tiempo de pastoreo, tiempo de rumia, largo de la primer sesión de pastoreo, y tasa de bocado. Por ser éstas las primeras semanas en que se realizaron las mediciones de comportamiento ingestivo, tema de esta tesis, nos referiremos a éstas, durante el análisis de resultados, como semanas 1, 2 y 3 respectivamente.

Patrón de pastoreo

El mismo se determinó por dos mecanismos diferentes, uno en base a observaciones hechas sobre el grupo de animales (sin individualización de los mismos) por tratamiento (Comportamiento grupal) y otro en base a registros individual.

En base al comportamiento grupal

Para esto se registró los días martes, miércoles y jueves, la actividad del grupo de animales por tratamiento. Los registros fueron realizados por un observador quien contó el número de animales en actividad de pastoreo y en actividad de no pastoreo por tratamiento, al momento de la observación.

Las observaciones se hicieron durante toda la sesión de pastoreo a intervalos de 10-15 minutos (Hodgson 1982 y Gray et al. 1970, citados por Forbes 1988)

Con estos datos se estimó luego, la probabilidad de pastoreo por tratamiento durante toda la sesión de pastoreo de la siguiente forma:

$$\text{Prob past} = \frac{\text{N}^\circ \text{ animales pastoreando}}{\text{N}^\circ \text{ animales totales por tratamiento (12)}}.$$

En base al comportamiento individual.

Los registros de comportamiento individual obtenidos (ver más adelante el procedimiento) fueron procesados de la siguiente forma para obtener la probabilidad de pastoreo por hora.

Se divide el tiempo de permanencia en la franja en 5 sesiones o momentos:

Momento 1_ 0 a 60 min permanencia en la franja = 9 a 10 hs

Momento 2_ 60 a 150 min = 10 a 11:30hs.

Momento 3_ 150 a 210 min = 11:30 a 12:30 hs.

Momento 4_ 210 a 300 min = 12:30 a 14 hs

Momento 5_ 300 a 360 min = 14 a 15 hs.

Es importante señalar que este fraccionamiento del tiempo de permanencia en la franja no es real, los animales permanecieron en la franja las 6 hs de continuo, sino que es un fraccionamiento teórico que se hace para facilitar el procesamiento de los datos.

La probabilidad de pastoreo por momento se calcula como el cociente del número de registros realizados durante ese momento o sesión en los cuales se observó actividad de pastoreo/ número de registros totales realizados durante ese momento. (Soca et al. 1999)

Comportamiento individual.

Durante los mismos días se registró la actividad (pastoreo, rumia, descanso) de cada uno de los 12 animales que se dosificaron con alcanos. En este caso las observaciones se realizaron durante toda la sesión de pastoreo por bloque a través de los tratamientos (primero se observaron los 3 animales del bloque 1, los cuales se hallaban cada uno en un tratamiento diferente, luego los del bloque 2 y así sucesivamente) de manera que se observó a los animales mas parecidos entre sí, lo más cercanos en el tiempo. Esta forma de observación determinó que por las distancias y los tiempos de traslado, los registros se hicieron cada períodos de tiempo irregulares próximos a los 15 minutos.

El procesamiento de estos registros permitió obtener información acerca de diferentes variables como son tiempo efectivo de pastoreo (TEP), tiempo de rumia, número de sesiones de pastoreo, largo de las sesiones, que nos hablan del patrón de pastoreo desarrollado por cada animal.

El tiempo dedicado a la actividad de pastoreo fue calculado de dos maneras. Una de ellas fue mediante la suma de los intervalos en los cuales el animal mostraba actividad de pastoreo, expresándose el tiempo efectivo de pastoreo en minutos (Chilibroste et al. 1997). La otra forma de cálculo fue a través del cociente entre el número de registros que muestran actividad de pastoreo/ número de registros totales realizados en cada animal por día. En este caso el tiempo dedicado a pastoreo se expresa como proporción del tiempo disponible o de acceso a la pastura (Soca et al. 1999).

El tiempo de rumia al igual que el tiempo de pastoreo fue hallado de dos formas diferentes: como el cociente entre el número de registros que muestran actividad de rumia dividido el número de registros totales realizados sobre el animal cada día, expresándose como proporción del tiempo total dedicado a esa actividad, y mediante la suma de los intervalos en los cuales se observa actividad de rumia.

El largo de la primer sesión se calculó, al igual que el tiempo de pastoreo, mediante la suma de los intervalos en los cuales se observó actividad de pastoreo desde que ingresan los animales a la pastura hasta que detienen su consumo voluntariamente. Se consideró que una sesión de pastoreo finalizaba cuando el animal se echaba, rumiaba o cuando en dos observaciones consecutivas el animal permanecía descansando de pie (Chilibroste et al. 1997).

Tasa de bocado

En función de los patrones de pastoreo que se observaron durante las primeras observaciones de la semana, se eligieron 3 momentos durante los cuales se registró la tasa de bocado de los 12 animales dosificados con alcanos (Gibb et al. 1998).

Los momentos elegidos para medir la tasa de bocado fueron aquellos en los que se observó una alta probabilidad de actividad de pastoreo. Durante el análisis de los datos nos referiremos a estos momentos como “sesiones o momentos”.

Los registros de la tasa de bocado se efectuaron durante las semanas 5, 6 y 7 los días viernes y lunes en los siguientes horarios: de 9:00 a 10:00 hs. (Momento 1) – 11:30 a 12:30 hs. (Momento 3) – 14:00 a 15:00 hs. (Momento 5).

En estos horarios o momentos la tasa de bocado fue registrada por un observador quien contaba el número de bocado que el animal realizaba durante 1 minuto. Los criterios utilizados para identificar cada bocado fue la integración visual y auditiva del sonido y movimientos de cabeza que realiza el animal al arrancar el forraje (Forbes, 1988)

La forma de observación empleada fue, al igual que para la actividad de pastoreo individual, por bloque a través de los tratamientos. Una vez que se midieron todos los animales dosificados se comenzó una nueva medición obteniéndose 2 registros por animal, en cada uno de los horarios de observación. En los caso que al efectuarse la medición el animal no estaba pastoreando éste quedaba sin registro. Si durante la medición el animal era interrumpido por algún factor externo se aguardaba un minuto, para que el animal retomara la actividad, y se comenzaba una nueva medición.

3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques completos al azar.

Los animales se agruparon en bloques según los criterios de número de lactancia, etapa de la lactancia, producción de leche, condición corporal y PV.

Los modelos utilizados para el análisis de las variables y los procedimientos del SAS empleados para el análisis de estos modelos varían según la variable de respuesta.

3.9.1 Probabilidad de Pastoreo y Rumia

Para el análisis de todas las variables de respuesta que se calculan como proporciones o probabilidades (como son prob. Past /hora para comportamiento grupal e individual, prob. de pastoreo promedio y probabilidad de rumia promedio)y que se asume presentan una distribución binomial, se utiliza el Modelo Lineal Generalizado, con la función Logit como link. El análisis de estos modelos se realiza en el SAS system utilizando el procedimiento GENMOD.

Para evaluar la probabilidad de pastoreo de grupos de individuos se utilizó el siguiente modelo lineal generalizado:

$$\log (p_{ij} / (1-p_{ij})) = \mu + T_i + S_j + (T*S)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Donde :

$i = 1,2,3$ tratamientos

$j = 1,2,3$ semanas

p_{ij} = es la probabilidad de pastoreo en el tratamiento i y la semana j

μ = la media general

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

S_j = efecto del j ésimo semana

$(T*S)_{ij}$ = efecto de la interacción tratamiento*semana

ϵ_{ij} = error experimental.

Se asumió que el número de animales pastoreando sobre el número de animales en cada hora de observación, tuvo distribución binomial

Cave señalar que el programa se corrió para cada hora y no analizándose como medidas repetidas en el tiempo.

Para evaluar la probabilidad de pastoreo y rumia de animales individuales se utilizó el siguiente modelo lineal generalizado:

$$\log (p_{ijkl} / (1-p_{ijkl})) = \mu + T_i + B_j + D_k(S_l) + S_l + (T*S)_{il} + \epsilon_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

$i = 1,2,3$ tratamientos

$j = 1,2,3,5$, bloques

$k = 1,2,3$ días dentro de la

$l = 1,2,3$ semana

p_{ijkl} es la probabilidad de pastoreo en el tratamiento i , bloque j , día k y semana l

μ es la media general

T_i es el efecto del i -ésimo tratamiento

B_j es el efecto del j -ésimo bloque

S_l es el efecto de la l -ésima semana

$D_k(S_l)$ = efecto del día k dentro de la semana l

$(T*S)_{il}$ es la interacción tratamiento por semana

ϵ_{ij} = error entre animales

ϵ_{ijkl} = error dentro

Se asumió que el número de veces que un animal pastoreaba en relación al número de observaciones en el día, tuvo distribución binomial

3.9.2 Largo de la primera sesión

Para el análisis de esta variable se utiliza el modelo de medidas repetidas en el tiempo.

El análisis de este modelo se realiza en el SAS system usando el procedimiento Mixed. Para la diferencia de medias se utiliza la prueba de Tukey-Kramer

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + B_j + D(\text{semana})_{kl} + S_l + (T*D(\text{semana}))_{ijkl} + \epsilon_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} _ largo de la primera sesión observada en el trat. i, j bloque, día k de la semana l.

μ _ media general

T_i _ efecto del i ésimo tratamiento

B_j _ efecto del j ésimo bloque

$D(\text{semana})_{kl}$ _ efecto del k ésimo día

S_l _ efecto de la l ésima semana

$(T*D(\text{semana}))_{ijkl}$ _ efecto interacción trat*día

ϵ_{ij} _ error entre

ϵ_{ijkl} _ error dentro.

3.9.3 Tasa de bocado

Los datos de tasa de bocado se analizaron como medidas repetidas en el tiempo mediante el siguiente modelo

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + B_j + M_k + D_l + (T*M)_{ik} + (T*D)_{il} + \epsilon_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde :

I_ tratamiento = 1-2-3

J_ bloques = 1...4

L_ momento = 1...5

D_ días = 1...6

Y_{ijkl} es la TB observada en el i-ésimo tratamiento j-ésimo bloque en el k-ésimo momento y l-ésimo día

μ media poblacional

T_i efecto i-ésimo tratamiento

B_j efecto j-ésimo bloque

M_k efecto momento k

D_l efecto del día l

$(T^*M)_{ik}$ efecto de la interacción tratamiento* momento

$(T^*D)_{il}$ efecto interacción tratamiento * día

ϵ_{ij} error entre (entre vacas)

ϵ_{ijkl} error dentro

El modelo fue analizado por el procedimiento Mixed del SAS System, utilizándose para la comparación de medias el método de Tukey-Kramer.

Se tomaron como diferencias significativas aquellas en las que la probabilidad ($P > |t|$) fuera menor a 0.05.

3.9.4 Desaparición de la pastura.

Se utiliza el modelo de heterogeneidad de curvas con medidas repetidas en el tiempo. (se ajustan los datos a una curva y luego se comparan los parámetros de la misma.)

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + T_j + B1*mk + B1j*Tj*mk + B2*mk^2 + B2j*Tj*mk^2 + \epsilon_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

F_i _ efecto i ésima franja o parcela

T_j _ efecto j ésimo tratamiento

$B1$ _ coeficiente de regresión lineal

M_k _ minutos de pastoreo

$B1_j$ _ coeficiente de reg. lineal para cada tratamiento

$B2$ _ coeficiente de reg. cuadrático

$B2_j$ _ coeficiente reg. cuadrático para cada tratamiento

ϵ_{ij} _ error entre

ϵ_{ijk} _ error dentro

4. RESULTADOS.

4.1 PATRÓN DE PASTOREO.

Se toma a la probabilidad de pastoreo o proporción de animales pastoreando por hora como un indicador del patrón de pastoreo desarrollado por los animales, identificándose como sesiones de pastoreo a los momentos en los cuales todos o la mayor parte de los animales (60%) realizan actividades de pastoreo y por lo tanto la probabilidad de pastoreo es alta.

4.1.1 Patrón de pastoreo en base a registros de comportamiento grupal

Las probabilidades de pastoreo/ minuto de permanencia en la franja observadas en el campo para cada tratamiento y por semana se presentan en los gráficos 1, 2 y 3

Gráfico n° 1_ Probabilidad de pastoreo /minuto de permanencia en la franja observados en el campo durante la semana 1

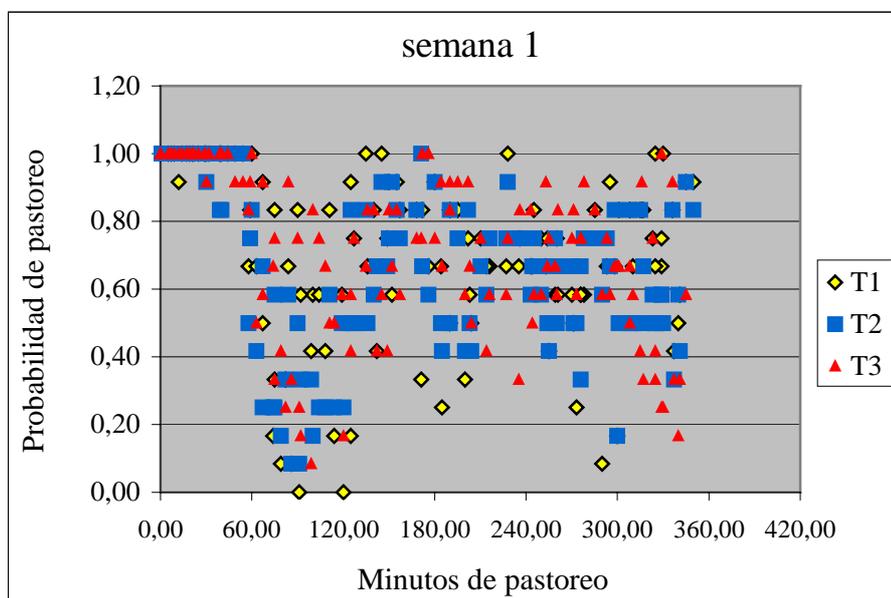


Gráfico n° 2_ Probabilidad de pastoreo / minuto de permanencia en la franja observados en el campo durante la semana 2

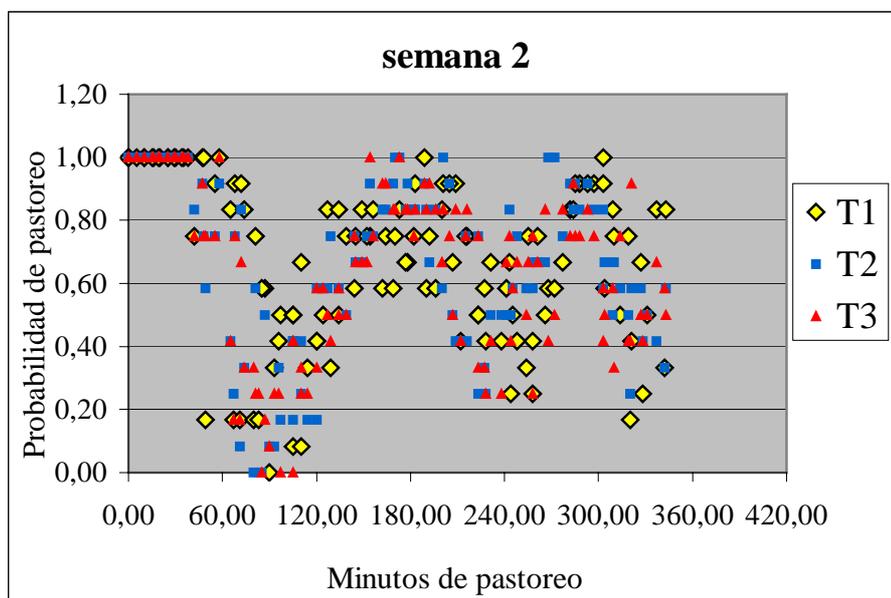
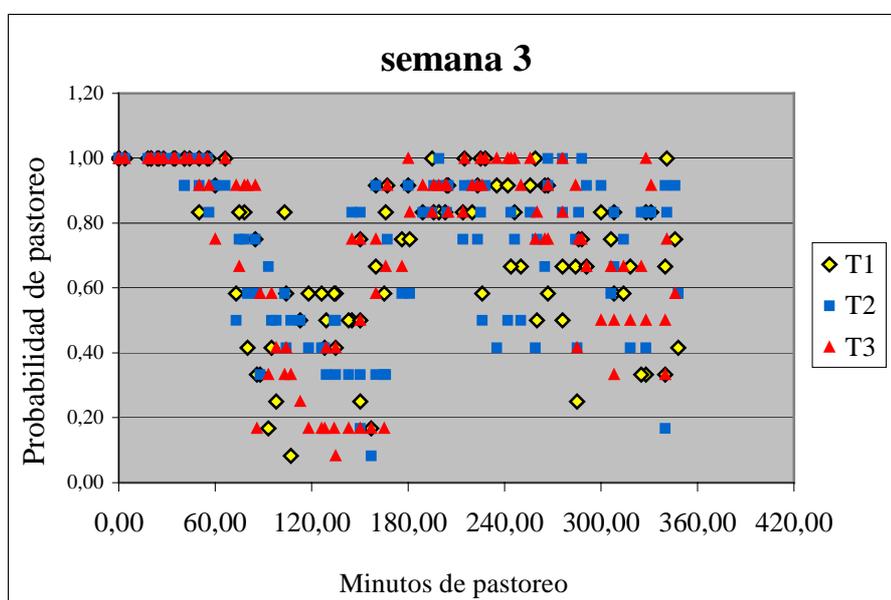
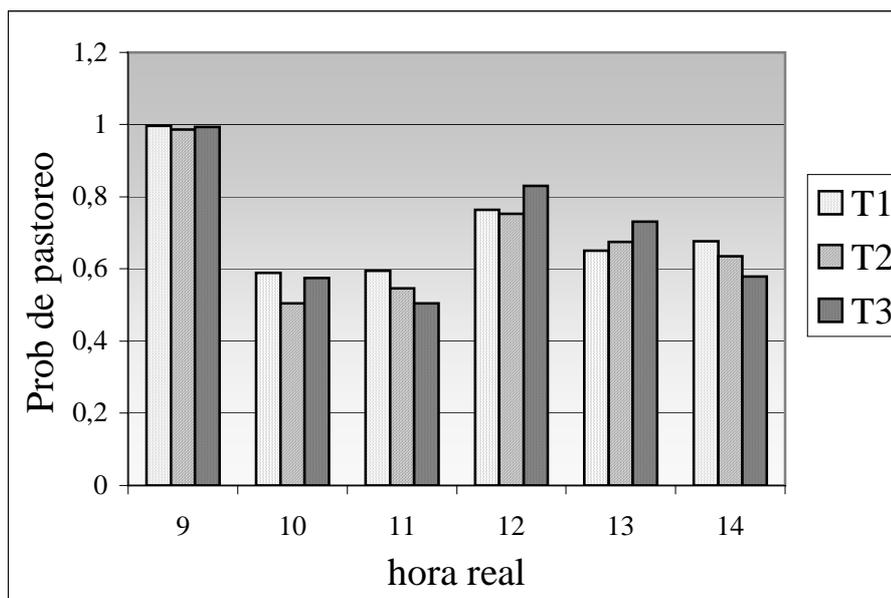


Gráfico n° 3_ Probabilidad de pastoreo / minuto de permanencia en la franja observados en el campo durante la semana 3



Las probabilidades de pastoreo/ hora de permanencia para cada tratamiento obtenidas al procesar los datos con el SAS system, se muestran en el gráfico 4.

Gráfico n° 4_ Probabilidad de pastoreo según hora de pastoreo por tratamiento



Definiendo a la sesión de pastoreo como el momento durante el cual la mayoría de los animales permanecen pastoreando (60 % de los animales en pastoreo) se encuentra en todos los tratamientos el mismo patrón de pastoreo: 2 sesiones bien marcadas la primera al comienzo del pastoreo la cual dura 60-90 minutos (de 9:00 a 10-10:30 hs) y la segunda, más larga que la primera, la cual comienza próxima al medio día (11-11:15hs) y se prolonga hasta el retiro de los animales, aunque en la ultima hora la actividad de pastoreo es menor.

Durante la segunda semana esta segunda sesión se halla interrumpida (13hs) por un momento de menor actividad, encontrándose más que una segunda sesión larga dos sesiones más cortas.

También en todos los tratamientos se observan dos momentos de máxima actividad de pastoreo donde se encuentra a la totalidad de los animales pastoreando (prob. past= 1). El primero coincide con el momento de ingreso a al franja y el segundo ocurre más próximo al medio día (12-12:30 hs) (gráficos 1 , 2 y 3)

Efecto tratamientos.

Como puede observarse en el cuadro n°4 el efecto promedio del tratamiento resulta significativo durante todo el pastoreo, lo que indica que existen diferencias significativas entre las probabilidades de pastoreo de los tratamientos.

Cuadro n° 4_ Significancia de los efectos promedios sobre la probabilidad de pastoreo, según hora de pastoreo.

EFECTO	Hora					
	9	10	11	12	13	14
	Pr> Chisq.					
Tratamiento	0.0297	0.0055	0.0039	0.0024	0.0073	0.0012
Semana	0.0025	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.5278
trat.*semana	0.4614	<0.0001	0.215	0.4152	0.002	0.0546

En el gráfico 4 se observa que no existe diferencia entre los tratamientos en su actividad de pastoreo al comienzo de la sesión pero que éstas comienzan a aparecer con el transcurrir de la sesión. La probabilidad de encontrar a un animal pastoreando a las 10 de la mañana es menor en el tratamiento 2 (cuadro n° 5). Por otro lado el T3 presenta mayores probabilidades de pastoreo, en comparación con los otros tratamientos, a las 12 y a las 13 horas. Es decir que en la mañana el tratamiento 2 presenta menor actividad de pastoreo que los tratamientos 1 y 3, presentando el tratamiento 3 mayor actividad que los otros tratamientos al medio día. La significancia de estas diferencias pueden observarse en el cuadro n°5.

Cuadro n° 5_ Probabilidad de pastoreo / hora: resultado de la diferencia de medias entre tratamientos

Tratamiento	Hora 9	Hora 10	Hora 11	Hora 12	Hora 13	Hora 14
Trat. 1	1,00 a	0,59 a	0,59 a	0,76 b	0,65 b	0,68 a
Trat. 2	0,99 b	0,50 b	0,55 b	0,75 b	0,68 b	0,63 a
Trat. 3	0,99 ab	0,57 a	0,50 b	0,83 a	0,73 a	0,58 b

Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($\alpha < 0.05$)

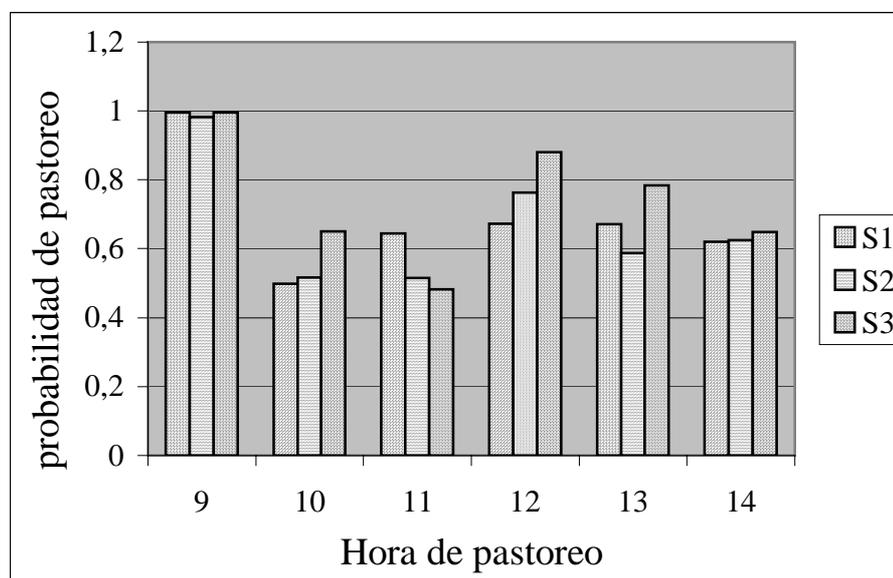
Si bien aparecen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a la hora 9 esto resulta extraño ya que en valores absolutos éstas

son del orden del 1%. Dada a la poca magnitud de las diferencias en valores absolutos estas son consideradas no relevantes.

Efecto semana

El efecto promedio semana también resulta significativo (cuadro n° 4) para todo el pastoreo salvo para la última hora. Es decir que las probabilidades de pastoreo / hora varían según la semana como puede verse en el gráfico n° 5.

Gráfico n° 5_ Probabilidad de pastoreo según la hora, para cada semana



Si bien en las tres semanas se observa el mismo patrón de pastoreo: una primera sesión al comienzo del pastoreo, la cual termina a media mañana, y una segunda sesión, de mayor longitud, que comienza al medio día y se prolonga hasta el retiro de los animales de la franja, existen grandes diferencias entre las probabilidades de pastoreo de las diferentes semanas.

Se observan una primera sesión de pastoreo más larga durante la semana 3 (45 vs. 75 min aprox.). Por otro lado se observa que la segunda sesión comienza antes en la semana 1 y que no observa el pico de actividad de pastoreo que ocurre al medio día en las otras semanas. El nivel de significancia de estas diferencias puede verse en la comparación de medias.

Las probabilidades de pastoreo / hora observadas en las diferentes semanas y los resultados de la comparación de medias se presentan en el cuadro n°6.

Cuadro n° 6_ Probabilidad de pastoreo por hora para cada semana. Resultado obtenido de la comparación de medias.

Hora	9	10	11	12	13	14
Semana 1	1,00 a	0,50 b	0,64 a	0,67 c	0,67 b	0,62 a
Semana 2	0,98 b	0,52 b	0,52 b	0,76 b	0,59 c	0,62 a
Semana 3	1,00 a	0,65 a	0,48 b	0,88 a	0,78 a	0,65 a

Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($\alpha < 0.05$)

Si bien de la comparación de medias surgen diferencias estadísticamente significativas a la hora 9 entre la semana 2 y demás semanas, esto resulta extraño ya que en valores absolutos las probabilidades de pastoreo son muy similares, Dada a la poca magnitud de las diferencias estas son consideradas no relevantes.

También se observa que las diferencias en la semana 3 y semana 1 dichas anteriormente resultan estadísticamente significativas.

Interacción tratamientos-semana.

En cuanto a la interacción, ésta resulta significativa en algunas horas (10, 13 y 14hs) y en otras no.

4.1.2 Patrón de pastoreo en base a registros de comportamiento individual

Las probabilidades de pastoreo/ momento encontradas para cada tratamiento se muestran en el gráfico 6.

Hay que recordar que llamamos “momento” a cada una de las partes en las que se divide el tiempo de permanencia en la franja correspondiendo cada momento a los siguientes horarios:

Momento 1_ 0 a 60 min permanencia en la franja = 9 a 10 hs

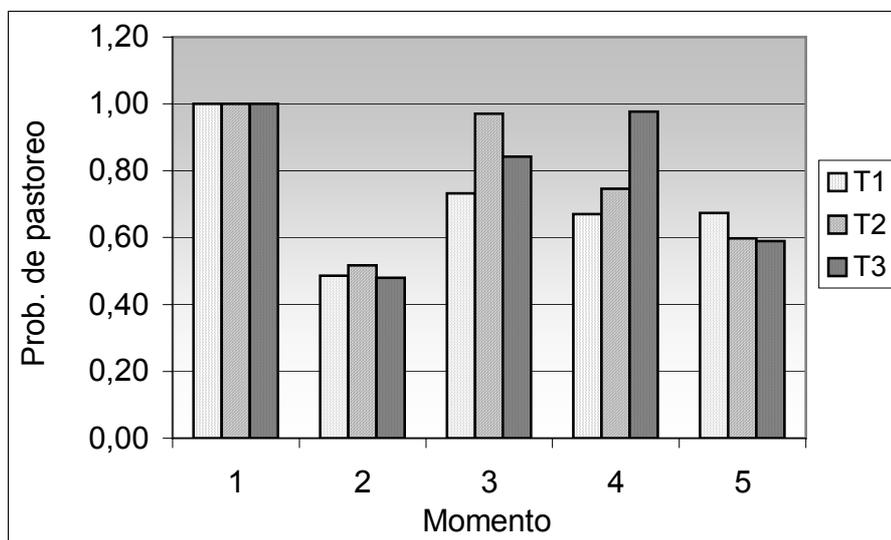
Momento 2_ 60 a 150 min = 10 a 11:30hs.

Momento 3_ 150 a 210 min = 11:30 a 12:30 hs.

Momento 4_ 210 a 300 min = 12:30 a 14 hs

Momento 5_ 300 a 360 min = 14 a 15 hs.

Gráfico n° 6 _ Probabilidad de pastoreo por momento para cada tratamiento.



En coincidencia con lo encontrado a partir de los registros de comportamiento grupal, aquí también se observan dos sesiones de pastoreo. La primera temprano en la mañana, de 9 a 10 hs, disminuyendo la actividad de pastoreo a las 10hs para retomarla luego a las 11:30 en una nueva sesión que se prolonga hasta el retiro de los animales de la parcela para los tratamientos 1 y 2 pero que termina un poco antes para el T3. También se observa que todos los tratamientos presentan una baja actividad de pastoreo durante la última hora de permanencia en la franja.

Efecto tratamiento

Como puede observarse en el cuadro n° 7 el efecto medio del tratamiento es solo significativo durante el momento 4 aunque existe una tendencia a ser significativo en el momento 3.

Cuadro n° 7_ probabilidad de pastoreo por momento, significancia de los efectos medios.

Momento	M1	M2	M3	M4	M5
EFECTO	Pr> Chi ²				
Bloque		0.2177	0.2514	0.5088	0.7393
tratamiento		0.7582	0.1560	0.0194	0.4258
Día		0.0175	0.0007	<.0001	0.0617
Trat*día		0.697	0.3861	0.1807	0.3423

Faltan los datos para el momento 1 debido a que el SAS no convergió por falta de diferencias.

Al realizar la comparación de medias por tratamiento no se encuentran diferencias significativas durante los momentos 1 y 2. En los momentos 3 y 4 el tratamiento 1 presenta menor actividad de pastoreo que los tratamientos 2 y 3 respectivamente, aunque esta diferencia en el momento 3 no resulta estadísticamente significativa. Mientras que los tratamientos 2 y 3 aumentan marcadamente su actividad en los momentos 3 y 4 en el T1 este aumento es menor. Los resultados obtenidos de la comparación de medias se presentan en el cuadro n°8.

Cuadro n° 8 _ Probabilidad de pastoreo por momento. Comparación de medias por tratamiento.

Momento	M1	M2	M3	M4	M5
Tratamiento					
T1	1 a	0,49 a	0,73 a	0,67 b	0,67 a
T2	1 a	0,52 a	0,97 a	0,75 ab	0,60 a
T3	1 a	0,48 a	0,84 a	0,98 a	0,59 a

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($\alpha < 0.05$)

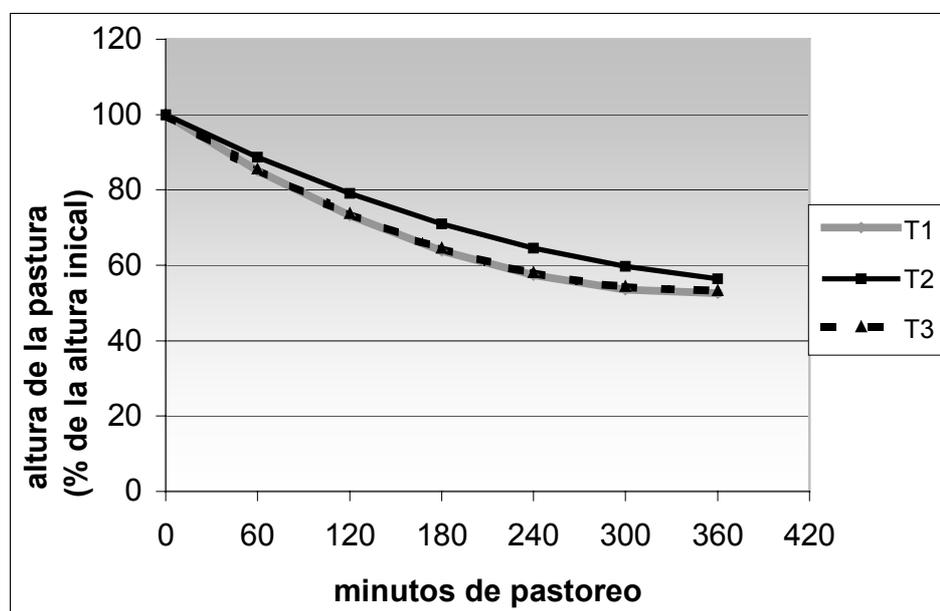
Efecto Día.

Al igual que lo encontrado a partir de los resultados de comportamiento grupal aquí también se encuentra efecto significativo del día sobre el patrón de pastoreo, no encontrándose para la interacción trat*día.

4.2 DESAPARICIÓN DE LA PASTURA DURANTE LA SESIÓN DE PASTOREO.

Para estudiar el patrón de desaparición de la pastura se registró la altura de la misma durante toda la sesión de pastoreo. Los datos encontrados durante los seis días de registro muestran para cada tratamiento la siguiente evolución.

Gráfico n° 7_ Evolución de la altura de la pastura durante la sesión de pastoreo, por tratamiento.



Patrón de desaparición.

Se observa al comienzo de la sesión de pastoreo una caída abrupta en la altura de la pastura. A medida que avanza la sesión de pastoreo esta caída se va haciendo cada vez menos pronunciada llegando finalmente a un plateau (3% de la altura inicial). Durante las primeras dos horas se observa una disminución de 27% en la altura, en las siguientes dos horas esta disminución es 16 % siendo en las últimas dos horas de pastoreo de solo 5%. (cuadro n° 9)

Cuadro n° 9_ Disminución en la altura de la pastura por hora de pastoreo (% de la altura inicial)

	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Altura inicial (cm comprimidos por el plato)	14.2	12.64	14.39
Minutos de pastoreo	Disminución en la altura (% de la altura inicial)		
0-60	14.82	11.30	14.49
60-120	12.05	9.68	11.81
120-180	9.28	8.06	9.13
180-240	6.51	6.45	6.45
240-300	3.74	4.83	3.77
300-360	0.97	3.21	1.09
Total (0-360)	47.37	43.53	46.75
Altura remanente(%de la altura inicial)	52.63	56.47	53.25

Si se calcula el forraje desaparecido total como la diferencia entre la altura del plato inicial y la altura de plato final y las desapariciones parciales (por hora) como la diferencia entre las alturas de plato de sucesivas mediciones se encuentra que el 56% del forraje total desaparecido (48%) desaparece durante las dos primeras horas de pastoreo. (cuadro n° 10)

Cuadro n° 10_ Forraje desaparecido por hora para cada tratamiento.(expresado como % del forraje total desaparecido)

Intervalo (minutos de pastoreo)	Tratamiento		
	T1	T2	T3
	Forraje desaparecido por hora (% del forraje total desaparecido)		
0-60	31	26	31
60-120	25	22	25
120-180	20	19	20
180-240	14	15	14
240-300	8	11	8
300-360	2	7	2

Efecto Semana

El efecto promedio de la semana resulta significativo (cuadro n° 11) . Sin embargo esto no indica que el patrón de desaparición sea diferente entre semanas sino que la ubicación de las curvas, su intercepto es diferente.

De querer comparar la forma de las curvas (patrón o dinámica de desaparición) entre semanas deberían compararse los coeficientes de las mismas, los cuales no fueron calculados en este ensayo.

Cuadro n° 11_Desaparición de la pastura: significancia de los efectos promedios.

Efecto	Pr>f
Fecha	0.0012
Tratamiento	0.6701 (NS)

Efecto tratamiento.

El efecto promedio del tratamiento no es significativo (cuadro 11), lo que indica que los tratamientos no se diferencian estadísticamente en la dinámica de desaparición de la pastura durante el pastoreo.

Si se comparan las curvas obtenidas en la gráfica anterior (ver cuadro n° 9) se observa que los tratamientos 1 y 2 presentan una caída inicial más abrupta que el tratamiento 2 (-0.035 vs. -0.025 respectivamente), sin embargo el tratamiento 2 presenta mayores disminuciones en la altura durante las siguientes horas de pastoreo, llegando todos al mismo valor final (53% de la altura inicial), aunque los tratamientos 1 y 3 llegan a ese valor plateau un poco antes en el tiempo. Es decir que si bien existe una cierta diferencia en los patrones de desaparición de la pastura, estas no son estadísticamente significativas y todas resultan en iguales utilizaciones de pastura (cuadro n° 9).

4.3 TIEMPO EFECTIVO DE PASTOREO

Como ya fue explicado en materiales y métodos el tiempo que el animal dedica a actividades de pastoreo, considerando como actividades de pastoreo la búsqueda, aprehensión y masticación del bocado durante la ingestión, fue estimada de dos formas diferentes:

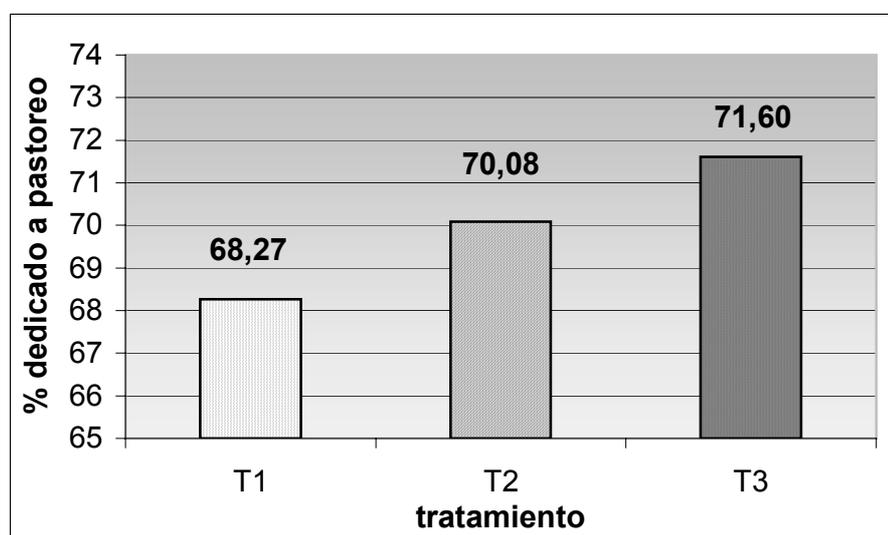
1) como el cociente entre el número de registros en los que se observa actividad de pastoreo y el número de registros totales, tomados por animal por día. (analizada por el SAS system.)

2) suma de intervalos en los que se observa actividad de pastoreo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a través del método 1, encontrándose los resultados obtenidos por el segundo método en los anexos 1, 2 y 3.

El tiempo efectivo de pastoreo, expresado como porcentaje del tiempo total, encontrado para cada tratamiento en las tres semanas de estudio se presenta en el gráfico 8.

Gráfico n° 8_ Porcentaje del tiempo disponible dedicado a actividades de pastoreo, por tratamiento.



Como puede observarse en el cuadro N° 12 el efecto promedio del tratamiento no es estadísticamente significativo, es decir que todos los

tratamientos dedican similares proporciones de tiempo a actividades de pastoreo, existiendo una tendencia hacia mayores tiempos de pastoreo en T3 ($\alpha=0.17$) (cuadro n° 13)

Cuadro n° 12 _ Tiempo efectivo de pastoreo, significancia de los efectos promedios.

EFEECTO	Pr> Chi ²
Bloque	0.3509
Tratamiento	0.3866
Semana	0.0005
Trat*semana	0.8967

Cuadro n° 13_ Tiempo efectivo de pastoreo, diferencia de medias entre tratamientos.

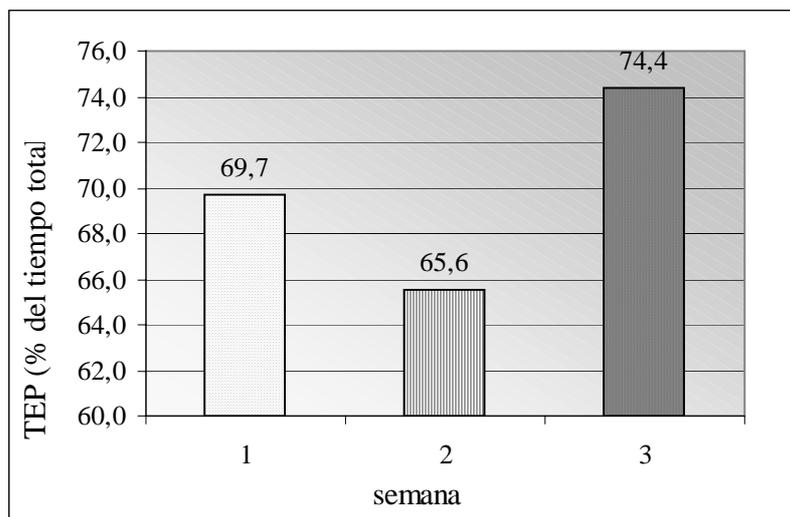
Tratamientos	Dif.entre probabilidades	Nivel de significancia (α)
T1 T2	-0,02	0.4579
T1 T3	-0,03	0.1687
T2 T3	-0,02	0.5285

Efecto semana

El efecto promedio de la semana resulta significativo (cuadro n° 12) indicando que el tiempo dedicado a actividades de pastoreo varía significativamente con la semana.

Los valores del mismo, expresado como % del tiempo total, encontrado para cada semana se representa en el gráfico 9.

Gráfico n° 9_ Tiempo Efectivo de pastoreo por semana, como % del tiempo total.



Se observan tiempos de pastoreo significativamente mayores durante la semana 3. No existe diferencia estadísticamente significativa entre la semana 1 y 2 aunque se observa una tendencia hacia mayores TEP durante la semana 1. (cuadro n° 14)

Cuadro n° 14 _ Tiempo efectivo de pastoreo, diferencia de medias entre semanas.

Tratamientos	Dif. de medias Pr> Chisq.
S1-S2	0.0851
S1-S3	0.0475
S2-S3	0.0004

4.4 LARGO DE LA PRIMER SESIÓN DE PASTOREO

Como se observa en el cuadro n° 15, los tratamientos no afectaron significativamente el largo de la primera sesión, sí siendo significativo el efecto de la semana.

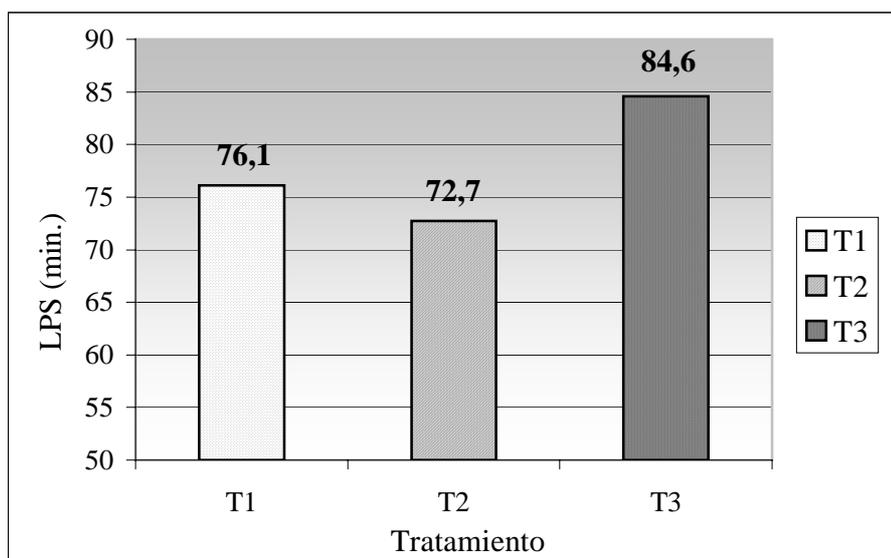
Cuadro n° 15_ Largo de la primera sesión de pastoreo, significancia de los efectos medios.

EFEECTO	Pr> t
Tratamiento	0.7860
Bloque	0.6306
Día	0.0012
Semana	<0.0001
trat.*día	0.2202

Efecto tratamiento

En el gráfico 10 se presentan los largos de las primeras sesiones encontrados para cada tratamiento durante las tres semanas.

Gráfico n° 10 Largo de la primer sesión de pastoreo encontrada para cada tratamiento



Si bien al hacer la diferencia de medias entre tratamientos (cuadro n° 16) no se detectan diferencias estadísticamente significativas, los valores absolutos (gráfico n° 10) muestra una tendencia hacia mayores LPS en el tratamiento 3.

Cuadro n° 16_ Largo de la primer sesión, diferencia de medias entre tratamientos.

Tratamientos	Diferencia LPS (min)	Pr > t *
T1-T2	3.4167	0.9775
T1-T3	-8.47	0.8720
T2-T3	-11.889	0.7799

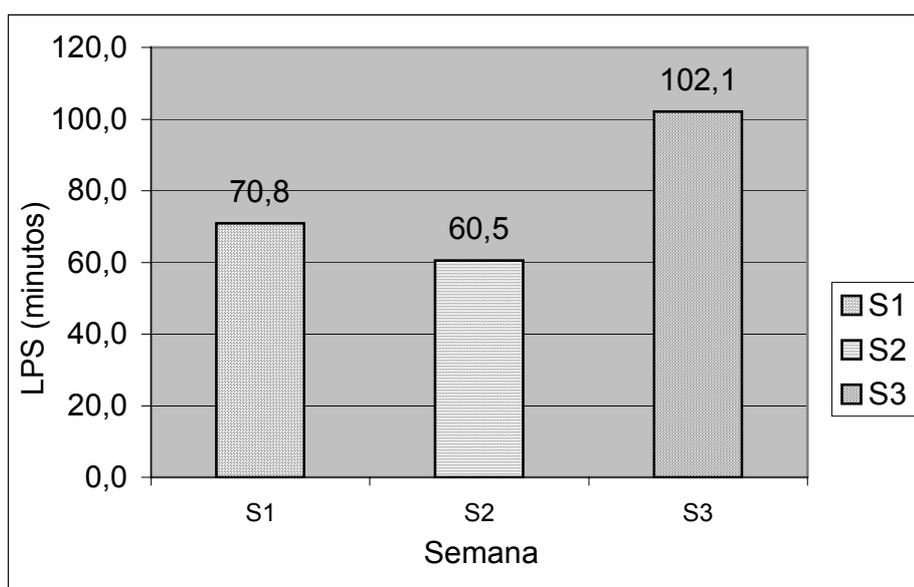
*Diferencias ajustadas por Tukey-Kramer

Efecto semana.

Los largos de primera sesión encontrados para cada semana, promedio de los tres tratamiento, se presenta en el gráfico n° 11.

En el mismo puede apreciarse la mayor longitud del LPS durante la semana 3 con respecto las semanas 1 y 2, no siendo significativa la diferencia entre estas últimas.(cuadro n° 17)

Gráfico n° 11_ Largo de la primera sesión de pastoreo por semana.



Cuadro n° 17 _ Largo de la primera sesión de pastoreo por semana y diferencia de medias entre semanas.

Semana	LPS (min)	Dif. de medias*
1	70.83	b
2	60.5	b
3	102.14	a

Medias con igual letra indican diferencias no significativas ($P > 0.005$)

* Diferencias ajustadas por Tukey-Kramer

4.5 TIEMPO DEDICADO A RUMIA.

Al igual que el tiempo efectivo de pastoreo, el tiempo de rumia fue calculado de dos maneras diferentes:

- 1) como el cociente entre el número de registros en los que se observa actividad de rumia y el número de registros totales, tomados por animal por día. (analizada por el SAS system.)
- 2) suma de intervalos en los que se observa actividad de rumia.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a través del método 1, encontrándose los resultados obtenidos por el segundo método en los anexos 4, 5 y 6.

En el cuadro n° 18 se presentan los niveles de significancia de los efectos promedios. Allí se observa que tanto los tratamientos como las semanas afectan de manera significativa el tiempo de rumia, dependiendo su efecto de la interacción tratamiento*día.

Cuadro n° 18_ Tiempo de rumia, significancia de los efectos medios.

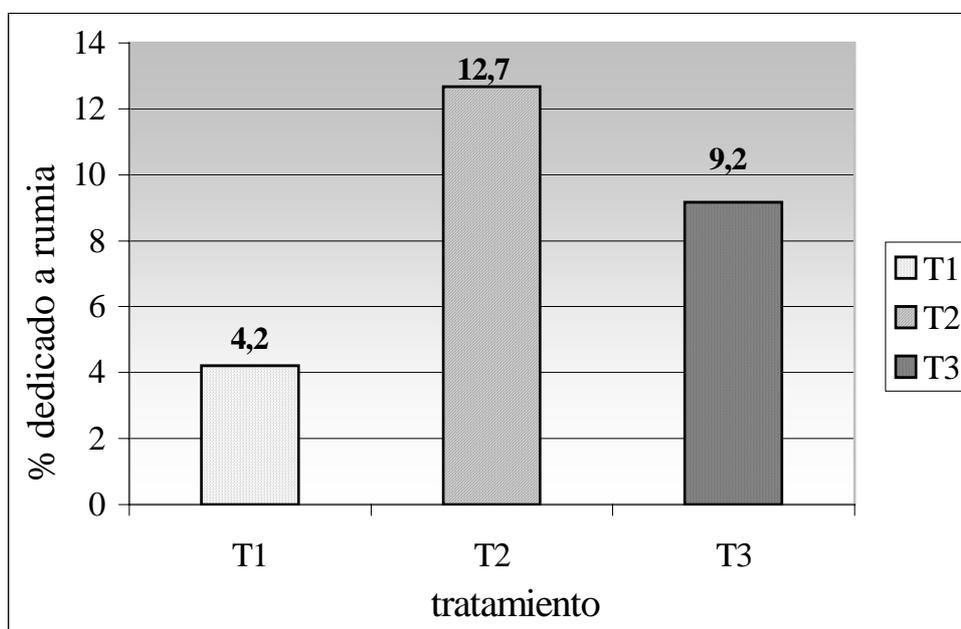
EFECTO	Pr> Chi ²
Bloque	0.7962
tratamiento	<.0001
semana	<0.0001
Día	0.0094
Trat*día	0.0076

Efecto tratamiento.

En el gráfico 12 se representan los tiempos de rumia (expresados como porcentaje del tiempo total dedicado a esta actividad) hallados para cada tratamiento, durante las tres semanas, por el método 1.

Se observa diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos presentando el T2 los mayores tiempos de rumia, seguido por el tratamiento 3 y por último el tratamiento 1 con los menores tiempos de rumia. (cuadro n° 19)

Gráfico n° 12_ Porcentaje del tiempo dedicado a rumia, por tratamiento.



Cuadro n° 19_ Tiempo dedicado a rumia, diferencia de medias entre tratamientos.

Tratamientos	Dif.entre probabilidades	Nivel de significancia (Pr> ChiSq)
T1 T2	-0.08	<0.0001
T1 T3	-0.05	0.0012
T2 T3	0.04	0.032

Efecto semana

Los tiempos de rumia encontrados para cada semana y los resultados de la diferencia de medias entre semana se presentan en el cuadro 20.

Cuadro n° 20 _ Tiempo de rumia por semana y resultado de la diferencia de medias entre semana.

Semana	Tiempo de rumia. (%)	Diferencia de medias
1	11	a
2	4	b
3	11	a

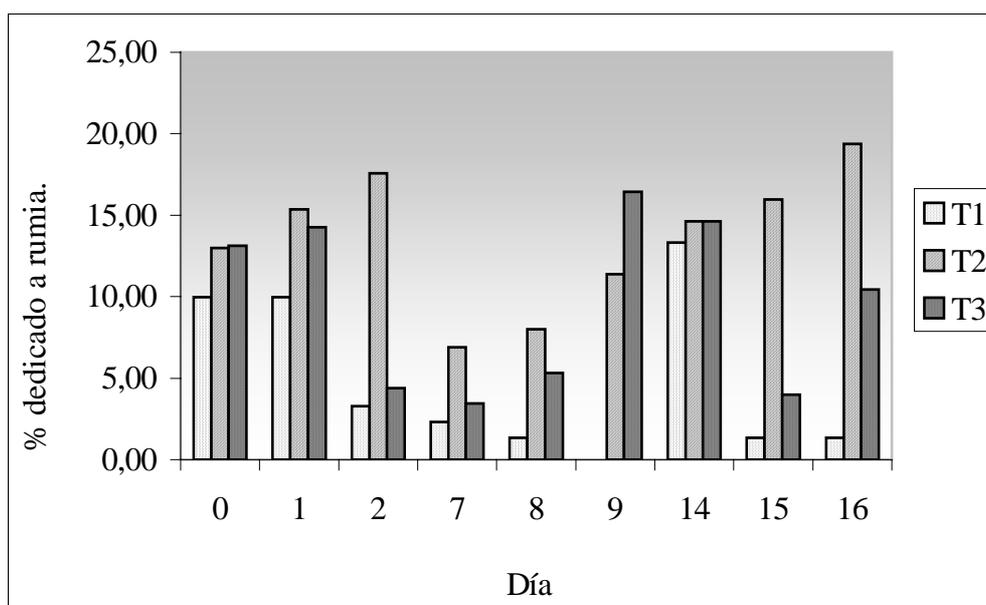
Medias con iguales letras indican diferencia no significativa ($P>0.05$)

Se observan una significativa disminución en la proporción del tiempo dedicado a rumia durante la segunda semana, no existiendo diferencias entre las semanas 1 y 3

Interacción tratamiento*día.

Los tiempos de rumia por tratamientos encontrados para cada día se presentan en el cuadro 21 y gráfico 13.

Gráfico n° 13_ Tiempos de rumia por tratamiento y por día



Cuadro n° 21_ Tiempo de rumia por tratamiento y por día.

Día	% tiempo dedicado a rumia		
	T1	T2	T3
0	9.98	12.98	13.11
1	9.98	15.36	14.26
2	3.29	17.55	4.38
7	2.29	6.88	3.44
8	1.33	7.98	5.32
9	0.00	11.37	16.43
14	13.31	14.64	14.64
15	1.33	15.97	3.99
16	1.33	19.37	10.43

Del cuadro y gráfico anterior podemos concluir que el efecto del tratamiento sobre el tiempo de rumia varía con el día. Algunos días la diferencia entre tratamientos es muy grande, como en el día 16 donde la diferencia entre el tratamiento 1 y 2 es de 18%, mientras que en otros la diferencia es mínima como en el día 14.

En general, la mayor parte de los días, es el tratamiento 2 quien presenta los mayores tiempos de rumia y el tratamiento 1 quien presenta los menores. A pesar de esto solo se reconocen como diferencias estadísticamente significativas las que se dan entre el T1 y T2 y entre T2 y T3 los días 2 y 15, siendo el efecto del tratamiento en los demás días no significativo (ver cuadro n° 22)

Cuadro n° 22 Tiempo de rumia, diferencia de medias entre los tratamientos, por día.

Día	0	1	2	7	8	9	14	15	16
Tratamiento	Pr<Chi squ.								
T1 T2	0,507	0,2795	0,0047	0,1676	0,0885	0,9996	0,814	0,0121	0,1512
T1 T3	0,491	0,3792	0,7008	0,6521	0,2065	0,9995	0,814	0,3344	1
T2 T3	0,9784	0,8343	0,0082	0,3136	0,5153	0,3602	1	0,0229	0,1512

4.6 TASA DE BOCADO

Los tratamientos no afectan de manera significativa la tasa de bocado promedio del día, aunque se visualiza una tendencia de esto.

Se observan variaciones significativas de la tasa de bocado dentro del día, siendo el efecto promedio del momento o sesión estadísticamente significativo (ver la definición de momento en materiales y métodos), así como también variaciones significativas en la tasa de bocado entre días.

Si bien los tratamientos no tienen efecto sobre la TB promedio del día sí se encuentran diferencias entre éstos cuando se comparan sus TB por momento o sesión, dependiendo su efecto entonces del momento del día. (cuadro n° 23)

Cuadro n° 23 Tasa de bocado, significancia de los efectos promedios.

EFEECTO	Pr > F
Bloque	0.0135
tratamiento	0.0807
sesión	<.0001
Día	0.0122
Trat*sesión	0.0331
Trat*día	0.5290

Efecto tratamiento.

Las tasas de bocado promedio del día encontradas para cada tratamiento se presentan en el cuadro n° 24.

Cuadro n° 24_ Tasa de bocado promedio del día por tratamiento

Tratamiento	Tasa de bocado (boc/min)
1	31.6600
2	37.0350
3	37.3219

Si bien los valores absolutos muestran mayores tasas de bocado en los tratamientos 2 y 3, estas diferencias no resultan estadísticamente significativas (cuadro n° 25).

Cuadro n° 25_ tasa de bocado, diferencia de medias entre tratamientos.

Tratamiento	α^*
T1- T2	0.1209
T1-T3	0.1029
T2-T3	0.9912

*diferencias ajustadas por Tukey-Kramer

Efecto sesión o momento de pastoreo.

Las tasas de bocado encontradas para cada momento, promedio de los tratamientos, se presentan en el cuadro n° 26. En el mismo también se presentan los resultados obtenidos al hacer la diferencia de medias entre momentos, asignándole iguales letras a valores cuyas diferencias no resultan estadísticamente significativas.

Cuadro n° 26_ Tasas de bocado por momento y resultado de la diferencia de medias.

Momento	Tasa de bocado (boc/min)
1	46.8631 a
3	29.6364 b
5	29.5174 b

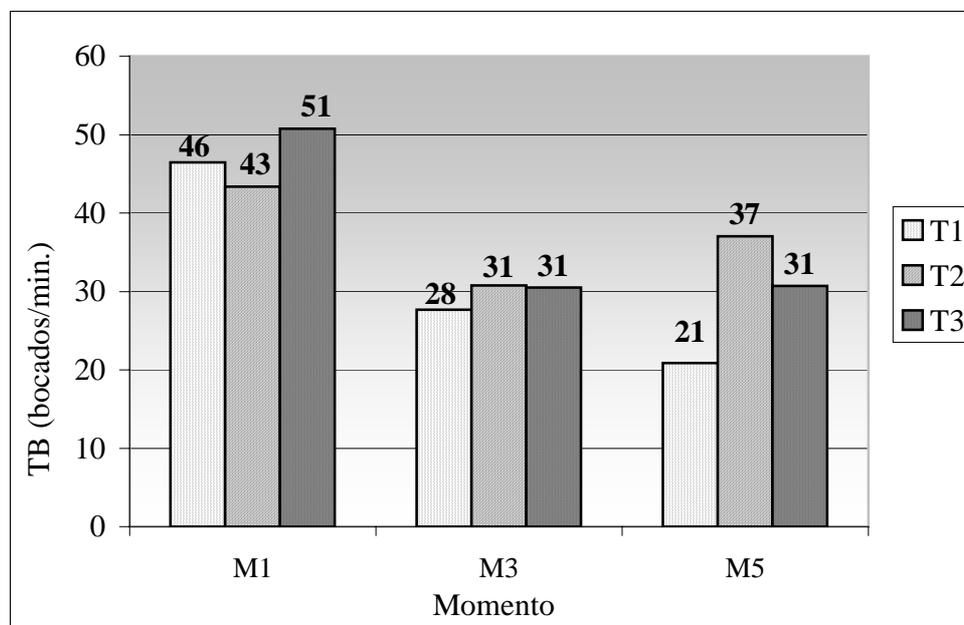
Letras iguales indican diferencia no significativa ($P>0.05$)
Diferencias ajustada por Tukey-Kramer

Se observa una caída significativa en la tasa de bocado al pasar del momento 1 (9 a 10 hs) al momento 3 (11:30 a 12:30 hs) no habiendo diferencia entre la tasa de bocado encontrada para el momento 3 y el momento 5 (14 a 15 hs.). Es decir que se dan altas tasas de bocado al comienzo de la sesión de pastoreo, las cuales disminuyen hacia mitad de la sesión para mantenerse luego constantes.

*Interacción tratamiento*sesión.*

Los valores de tasa de bocado encontrados para cada tratamiento en cada momento o sesión se representan en el gráfico 14.

Gráfico n° 14_ Tasa de bocado por tratamiento según momento de la sesión.



En el gráfico anterior se observa que durante el momento 1 el tratamiento 3 es quien presenta las mayores tasas de bocado, seguido por el tratamiento 1 y por último el tratamiento 2, aunque ninguna de estas diferencias resultan estadísticamente significativas (cuadro n° 27).

Luego, al pasar al momento 3, todos los tratamientos sufren una caída en la tasa de bocado, siendo la magnitud de la misma diferente según el tratamiento. Para el caso de los tratamientos 1 y 3 esta caída resulta estadísticamente significativa mientras que no lo es para el tratamiento 2 (cuadro n° 28).

También se observa que mientras el tratamiento 1 sufre una leve caída (no significativa) en su tasa de bocado al pasar del momento 3 al 5, el tratamiento 3 mantiene su tasa de bocado constante y el tratamiento 2 sufre un leve incremento, aunque éste no resulta estadísticamente significativo (cuadro n° 28).

Estas diferencias en la evolución de la TB con el momento del día entre tratamientos determinan que si bien al comienzo del día todos los tratamientos presentan similares tasa de bocado, existan al final del día diferencias

significativas entre la tasa de bocado del tratamiento 1 y la del tratamiento 2, observándose menores tasas en el T1 (cuadro n° 27).

Podemos concluir entonces que mientras el tratamiento 1 y 3 presentan disminuciones significativas en su tasa de bocado durante la primera mitad del pastoreo para mantenerla luego constante, el tratamiento 2 no presenta variaciones significativas en su TB a lo largo del día.

Cuadro n° 27_ Tasa de bocado, diferencia de medias entre tratamientos, por momento o sesión.

Sesión	M1	M3	M5
Tratamientos	α^*	α^*	α^*
T1-T2	0.9942	0.9953	0.0225
T1-T3	0.9589	0.9974	0.3509
T2-T3	0.5792	1.0000	0.8291

* diferencias ajustadas por Tukey-Kramer

Cuadro n° 28_ Tasa de bocado (boc./min), diferencia de medias entre momentos, para cada tratamiento.

Momento	Tratamiento		
	T1	T2	T3
M1	46.469 a	43.3468 a	50.7733 a
M3	27.643 b	30.7615 a	30.5038 b
M5	20.867 b	36.9967 a	30.6885 b

Letras iguales indican diferencia no significativa ($P>0.05$)
Diferencias ajustadas por Tukey-Kramer

4.7 DISPONIBILIDAD DE FORRAJE.

Los datos de forraje disponible (kg MS/há) encontrados para cada tratamiento en cada semana son presentados en el cuadro n° 29.

Cuadro n° 29_ Disponibilidad de forraje por tratamiento y por semana.

SEMANA	TRATAMIENTO			Promedio semanal	Coef. Variación
	T1	T2	T3		
	disponibilidad Kg MS/ há			Kg MS/há	%
S1	1,350.56	1,297.22	1,500.74	1,382.84	7.63139626
S2	1,797.22	1,893.52	1,857.41	1,849.38	2.63007062
S3	1,978.70	1,800.00	1,712.04	1,830.25	7.42412239

4.8 ESTRUCTURA DE LA PASTURA (parcela c)

Cuadro n° 30 _ Caracterización de la estructura de la pastura.

Altura 15.97 cm (regla)
 Disponibilidad 1791.25 kg MS/ha
 (promedio de 16 muestras)

Estructura			
Horizonte	Límite inferior y superior. cm (regla)	Disponibilidad Kg MS/há	%
Horizonte 1	9 a 16	674	37
Horizonte 2	5 a 8	337	18
Horizonte 3	2 a 4	253	14
Horizonte 4	<2	560	31
Total		1824	100

n =16

5. DISCUSIÓN

5.1 PATRÓN DE PASTOREO.

El patrón de pastoreo desarrollado por los animales se asemeja al reportado por Gibb (et al. 1997) y Rook (1994). Estos autores reportan dos sesiones principales de pastoreo, una en la mañana y la otra, la más larga, al final del día. En esta tesis, la sesión principal de final del día se haya desplazada hacia el medio día, lo que puede ser explicado por el hecho de que los animales tienen un tiempo restringido de acceso a la pastura, el cual termina a las 15hs.

Al comienzo de la sesión de pastoreo se encuentra a todos los animales en pastoreo (probabilidad de pastoreo = 1). Esto puede ser explicado por la sensación de hambre que experimentan, inducida por el ayuno obligado, determinado por el encierro nocturno. Además, puede haber sido motivado por la rápida desaparición de la pastura que ocurre en los sistemas donde el pastoreo se realiza en franjas diarias. A medida que avanza la sesión de pastoreo desaparece el primer horizonte, que permitía altas tasas de consumo, y aparecen horizontes de menor profundidad y calidad. Esto lleva a que se establezca al comienzo de la sesión una gran competencia entre animales por el forraje fácilmente cosechable.

Luego de aproximadamente una hora durante la cual la totalidad de los animales permanecen pastoreando, la probabilidad de pastoreo disminuye abruptamente, lo que indica que la mayoría de los animales finalizó su primera sesión de pastoreo. Si bien en esta tesis no se comprobó cuál fue el factor determinante del final de esta primer sesión de pastoreo, por los antecedentes reportados en la bibliografía (Chilibroste 1999) y las condiciones en que se desarrolla el ensayo, podríamos especular en que es el contenido ruminal total quien actúa como principal señal de cese. La voracidad con que consumen los animales al comienzo de la sesión, lleva a pensar en una baja eficiencia de la masticación durante la ingestión y por tanto, una baja eficiencia en la extracción del agua del forraje. Esto junto con el bajo contenido de materia seca de la pastura en esta época del año (14-18%), determinan un alto contenido ruminal total con bajos % de materia seca. La disminución en la actividad de pastoreo durante este período, probablemente se deba a la necesidad de rumia que presentan todos los animales para acelerar el pasaje de material del rumen y disminuir el contenido ruminal total, lo que les permite retomar el consumo más tarde. Esto explicaría el aumento en la actividad de

pastoreo que se observa luego de este período de baja actividad, aproximadamente a las dos horas de ingresar a la pastura (11hs.)

Cerca de las 11hs, luego de que los animales realizaron la sesión de rumia obligada, estos retoman la actividad de pastoreo y aumenta la probabilidad de encontrar a un animal pastoreando. Si bien esto es observado en todos los tratamientos este aumento en la actividad es menor en el tratamiento 1 posiblemente por la expectativa de consumo que tiene (espera consumir 16 kg de ensilaje luego de pastoreo). Los otros tratamientos en los cuales ésta es la última comida (T2) o cuyo consumo de ensilaje es menor aumentan mucho la actividad de pastoreo para aumentar el consumo de forraje de modo de llegar al ayuno con el rumen lleno.

Cerca del final de la sesión (14 horas) disminuye la probabilidad de encontrar a un animal pastoreando en todos los tratamientos lo que puede deberse a causas del animal o de la pastura. Una posible explicación es que los animales se sientan saciados y por eso detienen su consumo o a que si bien no están saciados las características restrictivas del forraje no le permite realizar un consumo de nutrientes que compense el gasto de energía por actividad de pastoreo por lo que deciden finalizar su sesión y por esto se observa una disminución en el número de animales pastoreando.

Durante las semanas 1 y 2, la mayor parte de las observaciones realizadas durante las primeras 2 horas de pastoreo muestran valores de probabilidades extremos (muy cercanas a 1 o a cero), mientras que en las observaciones realizadas a partir de las 2 horas predominan valores de probabilidades más intermedios (0.40-0.80). Esto podría estar indicando que existe al comienzo de la sesión una cierta sincronización de actividades entre animales, donde predomina un comportamiento grupal, pero que a medida que transcurre la sesión de pastoreo, pasa a primar el comportamiento individual.

La menor probabilidad de pastoreo en el tratamiento 2 a las 10 de la mañana podría estar indicando que los animales de este tratamiento finalizan su primera sesión antes que los demás.

En estas condiciones el principal factor que podría determinar el largo de la primer sesión es el contenido total de material en el rumen. Por lo tanto, el hecho de que el T2 finalice su primera sesión antes que los demás tratamientos, indicaría que éste alcanza antes el contenido ruminal total límite. Esto puede ser explicado por el mayor contenido ruminal total al inicio de la sesión que presentan estos animales, debido al consumo de 16 kg de ensilaje previo al pastoreo. Sin embargo, esto no puede ser asegurado, ya que el contenido ruminal total previo al consumo del ensilaje no es el mismo en todos

los tratamientos. Baccheta et al., (datos sin publicar) encuentran en el muestreo realizado antes del ingreso a la franja y previo al consumo de ensilaje (para los tratamientos 2 y 3), un mayor contenido ruminal total en el tratamiento 1 (65.50 vs. 55.22 kg de contenido ruminal total en los tratamientos 1 y 2 respectivamente) y por lo tanto, las diferencias en el contenido ruminal total luego de que el tratamiento 2 consume los 16 kg de ensilaje, pueden no ser de gran magnitud y presentar ambos tratamientos, similares contenidos ruminales totales al momento de ingreso a la franja. Además, el consumo de ensilaje que presenta el T1 previo al ayuno, no sólo lo lleva a diferenciarse en el contenido ruminal total que presenta a las 5 hs, sino que también determina diferencias en el suministro de nutrientes, lo que también afecta el largo de la primera sesión.

Otra explicación a la menor duración de la primera sesión de pastoreo en el tratamiento 2, puede ser el hecho de que este tratamiento llega antes al contenido ruminal total límite o umbral debido a una menor tasa de degradación. Es decir, aún cuando los tratamientos no se diferenciaran en sus contenidos ruminales totales al inicio de la sesión, la menor tasa de degradación del tratamiento 2 lo llevaría a alcanzar antes el contenido ruminal límite. La mayor tasa de degradación de los T1 y T3 estaría explicada por el hecho de que al consumir éstos ensilaje de maíz previo al ayuno tienen más material en el rumen para digerir durante la noche con lo cual la microflora ruminal no se resentiría tanto y por esto las mayores tasas de degradación al comienzo de la sesión. (Gibb, sin publicar).

Ya sea porque el T2 comienza la sesión de pastoreo con un mayor contenido ruminal, o porque luego se diferencia de los demás tratamientos, debido a la menor tasa de degradación, o a una combinación de los dos el T2 llegaría al contenido ruminal límite antes que los demás y deben comenzar antes la sesión de rumia obligada.

Cuando se analiza la variable Largo de la primer sesión de pastoreo (LPS), si bien se encuentra al igual que aquí un menor LPS para el tratamiento 2, estas diferencias no resultan significativas y por lo tanto sea cual sea la causa de esta menor sesión (diferencias entre tratamientos en el contenido ruminal total al inicio de la sesión, diferentes tasas de degradación o una combinación de ambos) estas diferencias entre tratamientos no son de magnitud suficiente como para determinar diferencias significativas en el largo de la primer sesión.

La probabilidad de encontrar a un animal pastoreando a las 11hs es significativamente mayor en el tratamiento 1, lo que indicaría que los animales de este tratamiento comienzan su segunda sesión de pastoreo un poco antes que los demás. Se dan dos posibles explicaciones para esto. La primera es una

mayor tasa de degradación ruminal, que permita una disminución más rápida en el contenido ruminal, pudiendo así retomar el consumo antes. La otra explicación que se encuentra es que el tratamiento 1, presente en comparación a los otros tratamientos, menores requerimientos de rumia, por el hecho de no haber consumido ensilaje.

Las mayores probabilidades de pastoreo del tratamiento 3 a las 12 y 13 horas señalan la mayor actividad de pastoreo que presenta este tratamiento a estas horas sin embargo, no se encuentra en este ensayo explicación alguna para esto. Por lo reportado en la bibliografía por Bines, podría suponerse que la mayor frecuencia de suplementación con ensilaje que tiene el tratamiento 3, determina un ambiente ruminal más estable que favorece la acción de los microorganismos y por lo tanto la degradación de la fibra. Esto determinaría una menor señal de feed back negativo, lo que explicaría la mayor actividad de pastoreo observada en este tratamiento a esas horas.

5.2 DESAPARICIÓN DE LA PASTURA.

Los datos de desaparición de pastura durante la sesión de pastoreo mostraron un buen ajuste con la función cuadrática. Sin embargo, debe notarse que no es esta función la que mejor representa la realidad, ya que al ser una función simétrica supone que luego de llegado a un mínimo la altura de la pastura, comenzaría a aumentar. La función exponencial, en cambio, como es reportado en la bibliografía, representaría mejor el proceso con una caída inicial abrupta, que va haciéndose cada vez menos pronunciada, hasta llegar a un valor asintótico por debajo del cual, aun cuando se prolongue el tiempo de pastoreo, la altura de la pastura nunca pasa.

El buen ajuste de los datos del ensayo a la función cuadrática se explica por el rango de valores en los que se trabaja, el cual coincide con la fase decreciente de la función. Este buen ajuste con la función cuadrática es aplicable entonces, solo para este rango de valores y no es extrapolable para otros.

Se observa una gran disminución en la altura de la pastura durante las primeras dos horas de pastoreo. A medida que avanza la sesión de pastoreo y la pastura presenta menores alturas, esta disminución o caída en la altura (pendiente de la curva) se hace cada vez menor, llegando a un valor cercano a cero cuando la altura de la pastura es de aproximadamente el 53% de su altura inicial. Este patrón de desaparición es consecuencia y causa del comportamientos ingestivo de los animales.

La caída abrupta en la altura de la pastura al comienzo de la sesión de pastoreo, puede ser explicada por la alta proporción de animales pastoreando que se encuentran a esa hora, ya comentada en el punto anterior, por el gran apetito que presentan estos animales ayunados y porque las características de la pastura les permiten realizar altas tasas de consumo. La menor proporción de animales que pastorean en las siguientes dos horas, explicaría la menor velocidad de desaparición en comparación con la observada durante la primera hora de pastoreo sin embargo, las características de la pastura aún permiten lograr altas tasas de consumo lo que determina que la velocidad de desaparición sea alta. A partir de los 180 minutos de pastoreo se observa que si bien la actividad de pastoreo (la proporción de animales pastoreando) vuelve a ser alta, la velocidad de desaparición de la pastura disminuye, lo que indicaría una menor tasa de consumo, explicada principalmente por el menor peso de bocado, debido a la menor altura de la pastura. Con esto podríamos concluir que a partir de esta etapa, pasan a ser las características no nutricionales de la pastura quienes restringen el consumo.

Se observa que el 67-76% del forraje total desaparecido, medido como diferencia entre la altura inicial y la remanente, desaparece durante la primera mitad de la sesión de pastoreo. Valores similares a éstos son reportados por Chilbroste et al., 1999 y Gorlero et al., 1999 quienes concluyen que esto tiene importantes implicancias tanto para el manejo de los animales como para el manejo de la pastura. Desde el punto de vista de los animales porque implica que los animales pastorean durante tres horas más, con su consecuente mayor gasto energético para lograr un consumo de 20-30% más de materia seca de menor calidad. Y desde el punto de vista de la pastura porque esto implica estar expuesta durante 3 horas más al pisoteo de los animales, lo cual en otoño invierno en condiciones de suelo mojado puede ser determinante de la capacidad de rebrote de pastura.

Al integrar los valores de forraje desaparecido, medido como diferencia de altura, con los datos de estructura se encuentra que el forraje desaparecido durante la sesión pastoreo es el 37% de la materia seca disponible al inicio de la sesión. El 31.7% de la MS disponible desaparece durante las primeras 3 horas de la sesión y el 5.29% restante lo hace en la segunda mitad de la sesión.

Los tratamientos no se diferencian significativamente en las tasas de desaparición, por lo que se concluye que los tratamientos no afectan de manera significativa el patrón de desaparición de la pastura. Esto no coincide con lo encontrado por Chilbroste (et al. 1999), quien encuentra al estudiar el efecto del momento y largo de la sesión sobre el patrón de defoliación, mayores tasas de desaparición en los animales más ayunados (T3) cuando se consideran las

primeras 4 horas de pastoreo. En este ensayo si bien también se observa esta diferencia no resulta significativa estadísticamente.

Los tratamientos 1 y 3 presentan tasas de desaparición iniciales un poco superiores al tratamiento 2, sin embargo, en las siguientes horas de pastoreo el T2 es quien presenta tasas un poco superiores con lo cual compensa las menores tasas iniciales, llegando todos los tratamientos a similares valores de forraje total desaparecido al final de la sesión. Si bien los % forraje total desaparecido al final de la sesión, son un poco superiores en los T1 y T3 respecto al T2 (47 vs. 43) estas diferencias no resultan estadísticamente significativas y por esto se dice que todos los tratamientos presentan similares % de forraje total desaparecido. Además, por el patrón de desaparición observado, sería de esperar que el T2 llegara a los mismos valores que T1 y T3 en caso de que la sesión de pastoreo fuera un poco más larga, manteniéndose los valores para el T1 y el T3 por estar éstos próximos a la asíntota.

Chilibroste (et al., 1997) reporta un efecto significativo del nivel de llenado del rumen sobre el peso de bocado. Esto podría explicar la menor tasa de desaparición observada al comienzo de la sesión de pastoreo en el T2. El consumo de ensilaje previo al pastoreo que realiza este tratamiento, podría determinar un mayor contenido ruminal que afecte de manera negativa el PB. Este menor peso de bocado y la menor tasa de consumo que esto implica, explicarían la menor tasa de desaparición de pastura que se observa en este tratamiento al comienzo de la sesión. Sin embargo, estas diferencias en el contenido ruminal no son de magnitud suficiente como para afectar de manera significativa la TC y por tanto, la tasa de desaparición.

Si bien estas diferencias en el patrón de desaparición de la pastura entre tratamientos, no resultan estadísticamente significativas desde el punto de vista de la pastura, podrían significar diferentes patrones de consumo que sí resulten en diferencias significativas desde el punto de vista interno del animal. Baccheta (et al sin publicar) reportan una caída más pronunciada en el PH ruminal durante la sesión de pastoreo en el T1, la cual atribuyen a una menor bufferización o a una mayor tasa de consumo de forraje. Esto último no coincidiría con lo encontrado a partir de la desaparición de la pastura, ya que según la curva de desaparición los T1 y T3 presentan similares tasas de consumo y sin embargo, no presentan igual evolución en el PH ruminal.

5.3 TIEMPO EFECTIVO DE PASTOREO

Las proporciones del tiempo dedicadas a actividades de pastoreo encontradas en este experimento (67-72%) son similares a las reportadas por Soca (et al., 1999), pero superiores a las encontradas por Greenwood. Esto puede deberse al mayor tiempo de acceso a la pastura (12 hs.) que presentan los animales en el ensayo de Greenwood. Esta disminución en la proporción del tiempo dedicado a pastoreo a medida que aumenta el tiempo de acceso, ya fue reportada antes por Chilibroste (et al., 1997) y Soca (2000).

Greenwood (et al., 1988) y Soca (et al., 1999) encuentran que los animales ayunados dedican una mayor proporción del tiempo disponible a actividades de pastoreo. A diferencia de lo encontrado por estos autores, en este ensayo no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos en esta variable, para lo cual se encuentran tres posibles causas o explicaciones.

1) La primera es que los tratamientos no afectaron de manera significativa el estado interno del animal, es decir, que si bien se diferencian en el nivel de llenado del rumen y en el balance energético, estas diferencias no son de magnitud suficiente como para afectar el comportamiento ingestivo del animal, presentando todos similares tiempos de pastoreo. La poca diferencia en el nivel de llenado del rumen estaría explicada porque si bien el T2 consume, previo al pastoreo, 16 kg de ensilaje y el tratamiento 1 no, este último presentaba en el muestreo de las 5 hs, un mayor contenido ruminal (65.50 vs. 55.22 kg de contenido ruminal total en los tratamientos 1 y 2 respectivamente, Bacchetta sin publicar). En cuanto al balance energético si bien se espera un balance energético más positivo en el T1, por el hecho de haber consumido 16 kg de ensilaje previo al ayuno, todos los tratamientos sufrieron aproximadamente 16hs de ayuno lo cual determina un balance energético negativo que los induce a comer con gran apetito.

2) La segunda posible causa es que aunque los tratamientos hayan afectado de manera significativa el estado interno del animal, estos no se diferencian en el TP por estar éste restringido por las características de la pastura y no por aspectos del animal. Tal como es reportado en la bibliografía por Rook (et al. 1994), estos animales pueden haber decidido no aumentar su tiempo de pastoreo, ya que por las características restrictivas de la pastura, el consumo de nutrientes que obtendrían por ese mayor tiempo de pastoreo no compensaría el gasto extra de energía que implica la mayor actividad de pastoreo.

3) Una tercera explicación puede ser que aún cuando los tratamientos afectaron el estado interno del animal estos no se diferencian en la proporción del tiempo dedicada a pastoreo por tener un tiempo de acceso a la pastura restringido. Esto ya fue observado por Soca, 2000 quien encuentra que un aumento en el nivel de suplementación afecta la proporción del tiempo dedicada a pastoreo cuando los animales tienen libre acceso a la pastura pero que no tiene efecto cuando el tiempo de acceso es restringido.

Si bien los tratamientos no se diferencian en el tiempo efectivo de pastoreo, se observa una tendencia hacia mayores tiempos de pastoreo en el T3 con respecto al T1 ($P = 0.16$), pero se desconocen los motivos que pueden estar generando esta diferencia.

Se observa un aumento significativo en la proporción del tiempo dedicado a pastoreo durante la semana 3. Esto posiblemente se deba a las condiciones climáticas de esa semana, durante la cual ocurrieron precipitaciones de 76 mm, que contrasta con las condiciones ocurridas durante las semanas anteriores (Cuadro n° 31). Las lluvias pueden haber afectado el comportamiento ingestivo de los animales de dos formas, una de ellas es determinando un aumento en los requerimientos de mantenimiento. El animal buscaría compensar estos mayores requerimientos aumentando el tiempo de pastoreo (Soca et al., 2001). Además, la humedad sobre la superficie de las hojas puede dificultar la prehensión, determinando menores pesos de bocado (Gibb et al., 1998) por lo que el animal aumenta el tiempo de pastoreo para compensar la menor tasa de consumo.

Cuadro n° 31_ Precipitación semanal (mm)

Semana	Precipitación (mm)
1	0.6
2	0.4
3	76

Fuente_ Estación meteorológica de la EEMAC
(<http://www.fagro.edu.uy/eemac/web>)

La tendencia hacia menores tiempos de pastoreo durante la semana 2 con respecto a la 1, aunque no son significativos, pueden ser explicados por la mayor disponibilidad de forraje/há en esa semana. Dado que es la misma pastura, en igual estado fenológico, es de esperar que esa mayor disponibilidad se deba a una mayor altura, la que le permitiría al animal realizar bocados más

profundos y pesados logrando así mayores tasas de consumo y por tanto igual consumo diario de materia seca en menos tiempo.

5.4 LARGO DE LA PRIMER SESIÓN DE PASTOREO.

Los largos de las primeras sesiones encontradas en este ensayo (76-72- y 84 minutos para los T1-T2 y T3 respectivamente) son bastante inferiores a las encontradas por otros autores (Chilibroste et al, 1997 y Soca et al., 1999). Las diferencias con los LPS reportados por Chilibroste (115-160 minutos) podrían ser explicadas por el hecho de que éste utiliza la pastura como único alimento. Para explicar las diferencias encontradas con los datos reportados por Soca debemos considerar los tratamientos que éste aplica. Las diferencias con el T3 de Soca (120 minutos) podrían estar explicadas por el hecho de que este tratamiento tiene su sesión de pastoreo ubicada en la tarde, cuando la concentración de materia seca y de CHOS en la pastura es mayor. En cuanto a las diferencias con los T1 y T2 (82 y 94 minutos respectivamente) estas podrían deberse al tipo de pastura que consumen. En el ensayo de Soca los animales pastorean un verdeo de avena mientras que en esta tesis se encuentran sobre una pradera permanente de segundo año, con gran predominancia de trébol blanco. El trébol blanco, por su estructura, permitiría obtener mayores pesos de bocado que llevaría a mayores tasas de consumo que explicarían la menor duración de la sesión. Esto también se aplica para el trabajo de Chilibroste (et al., 1997) donde los animales pastorean un verdeo de raigrás perenne.

A diferencia de lo encontrado por otros autores (Greenwood et al., 1988; Chilibroste et al., 1997 y Soca et al., 1999) no se encuentra aquí efecto significativo del tratamiento sobre la duración de la primera sesión de pastoreo, encontrándose para esto dos posibles explicaciones:

- 1) Los tratamientos no afectaron de manera significativa el estado interno del animal. Probablemente, los tratamientos se diferencian en su balance energético, pero las 15-17 hs de ayuno sufridas por todos determinan un balance energético negativo, que lleva a un aumento en el LPS en todos los tratamientos por igual. En cuanto a las diferencias en el contenido ruminal por el consumo o no de ensilaje, probablemente no sean magnitud suficiente como para afectar de manera significativa el LPS, ya que el contenido ruminal previo al consumo del mismo no era igual en todos los tratamientos. O que aun diferenciándose en el contenido ruminal el mayor contenido ruminal por consumo de ensilaje no afecte el LPS. Esto no coincide con lo reportado por Chilibroste et al., 1997, quien encuentra efecto significativo del llenado sobre el LPS pero esto podría explicarse por el hecho de que este utiliza material

indigestible el cual además del efecto del llenado puede haber estimulado los receptores táctiles de la pared ruminal induciendo la rumia.

2) Otra explicación es que los tratamientos hayan afectado significativamente el estado interno del animal, pero de maneras contrapuestas, con lo que se daría una especie de compensación. El consumo de ensilaje previo al pastoreo afecta significativamente el contenido ruminal, determinando mayores niveles de llenado en el T2. Por otro lado, el balance energético también se ve afectado significativamente, presentando el T2 un balance más negativo. Si bien el T2 presenta un mayor nivel de llenado, el balance más negativo lo estimularía a tolerar mayores niveles de distensión, lo que explicaría la no diferencia entre los LPS. Esto coincide con lo hallado por Chilbroste (et al. 1997) quien encuentra similares LPS (115 vs. 107 min.) entre los tratamientos ayunado y con inclusión de material indigestible en el rumen (LS +) y el tratamiento menos ayunado y sin inclusión de material el rumen (SS -).

Al igual que lo ocurrido con el tiempo efectivo de pastoreo se observa, aquí también, un aumento significativo en el largo de la primera sesión durante la tercera semana. Las causas serían las mismas que las encontradas para los mayores TP. Las lluvias pueden haber determinado un aumento en los requerimientos de los animales y debido a que el largo de las comidas no es determinado por un solo factor, sino por varios actuando simultáneamente (Mbanya et al. 1993), estos mayores requerimientos estimularían al animal a tolerar mayores niveles de distensión antes de finalizar su primera sesión. Además, la humedad en la superficie de las hojas, que afecta al prehensión del bocado y por tanto la tasa de consumo, puede haber determinado que se necesitara más tiempo para llegar al contenido ruminal límite, lo que también explicaría la mayor duración de la primera sesión durante esta semana.

5.5 TIEMPO DEDICADO A RUMIA.

Los tiempos de rumia encontrados en este ensayo (4-12 y 9 % del tiempo total de acceso a la pastura, para los T1, T2 y T3 respectivamente) son bastante inferiores a los reportados por Greenwood (et al., 1988), lo que seguramente se deba al periodo durante el cual se registran las mediciones y al tiempo de acceso a la pastura. Greenwood registra el tiempo de rumia diario mientras que en esta tesis se registró sólo durante la sesión de pastoreo (9 a 15 hs). Además, es sabido que al restringir el tiempo de acceso a la pastura, los animales priorizan las actividades de pastoreo (Chilbroste et al., 1997).

Si se compara en cambio con los valores de rumia encontrados por Soca et al., 1999, quien también registra el tiempo de rumia solo durante la sesión de pastoreo la cual dura 6 horas, se encuentra una mayor semejanza, lo que estaría reafirmando lo antes dicho. Las pequeñas diferencias encontradas con los valores reportados por Soca (24- 15 y 5%) pueden explicarse por el hecho de que los animales de ese ensayo pastorean un verdeo de gramínea, mientras que los de esta tesis pastorean una pradera con predominancia de leguminosa. La mayor velocidad de ruptura de la leguminosa determinaría menores requerimientos de rumia. (Rook, 2000 y Enrique, 2000).

La facilidad de ruptura de las leguminosas determina bajos requerimientos de rumia. Por esto en este experimento las necesidades de rumia estarían básicamente determinadas por los requerimientos de rumia del ensilaje de maíz. Esto explica los mayores valores observados en el T2 en comparación con el T3, cuyo consumo de ensilaje previo al pastoreo es un 50% inferior, y las bajas necesidades de rumia que presenta el T1, quien no consume ensilaje antes del pastoreo.

Sin embargo, esto no permite explicar las diferencias en la proporción del tiempo dedicado a rumia que se observan entre semanas ni la interacción tratamientos*semana, para lo cual no se encuentra explicación en este experimento.

5.6 TASA DE BOCADO.

Las tasas de bocado promedio del día encontradas en este ensayo (31-37 bocados / minuto) son inferiores a las reportadas por Chilibroste et al., 1997 y Soca et al., 1999, quienes encuentran TB promedio diarias de 41 a 45 bocados/ minuto. Las diferencias con Chilibroste pueden ser explicadas por el mayor tiempo de permanencia en la franja que presentan los animales en esta tesis (6 vs. 2.5 hs.) ya que tal como es reportado por este autor, las TB promedio disminuyen a medida que aumenta el tiempo de acceso a la pastura. En cuanto a las diferencias observadas con Soca, pueden ser debidas a que los animales de ese ensayo presentan más de una entrada a la franja, coincidiendo dos de los momentos de medición con el ingreso a las mismas. Gorlero et al., 1999 reportan que el mero ingreso a la franja representa un estímulo para los animales y por ello éstos aumentan su TB. Ya sea este estímulo propio del ingreso a la franja o el efecto de un ayuno corto entre las sesiones de pastoreo, podrían explicar la mayor tasa de bocado promedio observada en ese experimento.

A diferencia de lo encontrado por Soca (et al., 1999) en este experimento los tratamientos no afectaron de manera significativa la TB promedio del día. Esta discrepancia puede deberse a dos cosas. La primera es que en el ensayo de Soca los tratamientos se diferencian no sólo por el largo del ayuno, sino también por los diferentes momentos en los que se ubica la sesión de pastoreo y por lo tanto, está involucrado también el efecto momento del día, el cual se sabe afecta de manera significativa la TB (Gibb et al., 1998). La otra explicación es que la variación entre animales en el ensayo de Soca haya sido menor, lo que le permite detectar como significativa diferencias menores en términos de valores absolutos.

En base a lo reportado por Soca (et al 1999), quien encuentra mayores tasas de bocado en los animales más ayunados, se esperaba encontrar una mayor TB promedio diaria en el T1, el que por no consumir ensilaje previo al pastoreo, era considerado como el tratamiento más ayunado, sin embargo se observa una tendencia hacia mayores TB en los T2 y T3 con respecto al T1 ($P = 0.12$ y 0.10 respectivamente). Esto lleva a cuestionarnos si efectivamente es el tratamiento 1 el más ayunado. El ayuno afecta el estado interno del animal de diferentes modos. Los animales ayunados presentan menores contenidos ruminales, ya que si bien se detiene la entrada de material al mismo los procesos de degradación y pasaje continúan. Además, al detenerse el consumo de nutrientes, el animal debe comenzar procesos catabólicos para obtener los nutrientes que necesita para mantener sus funciones con lo cual se establecería un balance negativo de corto plazo (Chilibroste, 1999). Esto llevaría a pensar en el tratamiento 2 como el más ayunado, ya que al no consumir ensilaje durante la tarde probablemente presente un balance energético más negativo, pero con un mayor contenido ruminal debido al ensilaje consumido previo al pastoreo.

La bibliografía reporta que el aumento en la tasa de bocado en animales ayunados se realiza a expensas de una menor masticación. Esto se traduciría en mayor tamaño de partícula y menor %MS del contenido ruminal. Baccheta (sin publicar) no encuentran diferencias entre tratamientos al comparar los %MS del contenido ruminal en el muestreo posterior al pastoreo (10.28 -11.13%). Sin embargo, se esperaba encontrar mayores %MS en el contenido ruminal de los animales del T2, por consumir una dieta con mayor % MS (ya que además del forraje consumió ensilaje cuyo contenido de MS es mayor). Esto podría indicar que el T1 fue más eficiente en la extracción de humedad del forraje que el T2 y por esto alcanza iguales %MS en el contenido ruminal. Esta mayor eficiencia en la extracción de la humedad del forraje puede deberse a que el T1 haya realizado mayor actividad de rumia durante el pastoreo, lo cual como ya se vio antes no ocurre, o a una mayor eficiencia de la masticación durante la ingestión, lo que según la bibliografía es propio de los animales menos ayunados. Esto

estaría reafirmando lo antes dicho acerca de que los tratamientos 2 y 3, por no consumir o consumir menor cantidad de ensilaje en la tarde que el T1 y llegar al inicio de pastoreo con un balance energético más negativo, son los tratamientos más ayunados lo que explicaría la tendencia hacia mayores tasas promedio en estos tratamientos.

Se observa una disminución significativa en la tasa de bocado durante la primera mitad de la sesión de pastoreo, manteniéndose luego constante. Esto ya había sido reportado antes por Soca (et al., 1999). Las mayores tasas iniciales estarían explicadas por la sensación de hambre inducida por el ayuno obligado que experimentan los animales durante el encierro nocturno (Greenwood et al., 1988). A medida que transcurre la sesión de pastoreo y los animales consumen forraje comienzan a sentir saciedad, lo que junto con los cambios en la estructura de la pastura llevan a aumentos en la selectividad y tiempo de búsqueda, que explican las menores tasas de bocado observadas durante el resto de la sesión.

Si bien existe coincidencia con Soca en cuanto a la evolución de las TB durante la sesión de pastoreo, las tasas de bocado iniciales encontradas en esta tesis son menores a las reportadas por este autor. Esto posiblemente se deba al tipo de pastura que consumen los animales. La estructura de la pastura que pastorean los animales en esta tesis les permite realizar mayores pesos de bocado iniciales y lograr altas tasas de consumo con menores tasas de bocado.

Greenwood et al., 1988 encuentra que los animales ayunados presentan mayores tasas al comienzo de la sesión y que luego sufren una disminución significativa durante el día mientras que los animales no ayunados presentan una menor tasa inicial y mantienen sus tasas más constantes. Sin embargo, esto no es lo que se observa en nuestros resultados. Greenwood encuentra diferencias significativas en la TB al comienzo del pastoreo, quizás porque comparaba animales con 36 y 0 horas de ayuno. En esta tesis todos los animales sufrieron 15-17 hs de ayuno y más allá de las diferencias que puedan presentar en sus balances energéticos, todos presentan balances negativos que los llevaría a comer con gran apetito. Esto coincide con lo encontrado por Chilbroste (et al. 1997) quien concluye que 2.5 horas de ayuno son suficientes para inducir en el animal la sensación de hambre que lo lleva a consumir a altas tasas al comienzo de la sesión de pastoreo, del mismo modo que lo hace el tratamiento más ayunado

En cuanto a las diferencias en el contenido ruminal de los diferentes tratamientos, determinadas por el consumo o no de ensilaje previo al pastoreo, no tendrían efecto significativo sobre la tasa de bocado, coincidiendo en esto también con lo reportado por Chilbroste (et al. 1997) quien al separar el efecto

del ayuno del efecto del llenado concluye que el llenado no afecta significativamente la TB.

Las diferentes evoluciones que tienen las TB según el tratamiento determinan que aparezcan, al final de la sesión de pastoreo, diferencias significativas entre los tratamientos. La explicación a estas diferentes evoluciones en la TB se encuentra en las expectativas de consumo que presenta cada tratamiento. Para el tratamiento 2, quien no consume ensilaje luego del ordeño de la tarde, ésta es su última comida, por lo que busca aumentar el consumo de forraje para lograr el máximo contenido ruminal para pasar la noche. Dado que las características de la pastura no le permiten realizar altos pesos de bocado y no puede aumentar el tiempo de pastoreo, la única estrategia que le queda es aumentar la tasa de bocado. Los tratamientos 1 y 3 al consumir ensilaje en la tarde no presentan esta necesidad y mantienen su tasa de bocado constante.

5.7 DISCUSIÓN GENERAL.

En este experimento todos los animales tuvieron acceso a la misma cantidad de alimento, diferenciándose únicamente en el momento de consumo del ensilaje de maíz. El tratamiento 1 era el único que no presentaba consumo de ensilaje previo al pastoreo, ingresando a la franja luego del ayuno nocturno. Los otros tratamientos, en cambio, consumían previo al pastoreo una determinada cantidad de ensilaje.

En base a lo reportado por algunos autores que estudiaron el efecto del ayuno sobre el comportamiento ingestivo de los animales (Greenwood et al. 1988; Dougherty et al. 1989; Soca et al., 1999), se esperaba encontrar en el tratamiento 1 una mayor proporción del tiempo dedicada a pastoreo, mayor duración de su primera sesión y mayores tasas de bocado al comienzo del pastoreo.

Sin embargo, no se encontró en esta tesis diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de estas variables. La explicación a esto está en que estos autores compararon diferentes largos de ayuno, que determinaban en los animales más ayunados un menor contenido ruminal y un balance energético negativo. En esta tesis, en cambio, todos los tratamientos presentan similar largo de ayuno (15-17hs aprox.) diferenciándose en el balance energético y contenido ruminal por el momento en que consumen el ensilaje.

El hecho de que los tratamientos no hayan afectado de manera significativa el comportamiento ingestivo, puede tener dos causas: que no hayan afectado de manera significativa el estado interno del animal, o que aún afectándolo de manera significativa, no logre manifestarse en diferencias de comportamiento por las características del ensayo.

La explicación para la primera está en que si bien pueden existir diferencias entre el balance energético de los tratamientos, éstas pueden no ser de magnitud como para afectar el comportamiento determinado por el balance negativo, que presentan todos los animales luego de las 15-17 horas de ayuno. Por otro lado, las diferencias en contenido ruminal luego del consumo de ensilaje pueden no ser de gran magnitud, ya que los tratamientos se diferenciaban en su contenido ruminal antes del consumo del mismo.

En caso de que los tratamientos hayan afectado de manera significativa el estado interno del animal esperaríamos encontrar, en los tratamientos 2 y 3, mayor tiempo efectivo de pastoreo, igual duración de la primer sesión e iguales

tasas de bocado al comienzo de la sesión. El que no se encuentre el mayor tiempo de pastoreo puede deberse a que las características restrictivas de la pastura no se lo permitan. En cuanto a largo de la primer sesión, la no diferencia entre tratamientos se explica por el hecho de que, si bien los T2 y T3 presentan un mayor contenido ruminal debido al consumo de ensilaje previo al pastoreo, su balance más negativo los llevaría a tolerar mayores distensiones. Y la no diferencia en las tasas de bocado iniciales se debe a que el ayuno induce en todos los animales la sensación de hambre que los motiva a realizar altas tasas de bocado al comienzo del pastoreo.

La única variable en la que se observan diferencias significativas entre tratamientos es en el tiempo de rumia. Esto se explica por el hecho de que los requerimientos de rumia están determinados principalmente por el consumo de ensilaje de maíz previo al pastoreo.

Los bajos requerimientos de rumia que presenta el trébol blanco explica los bajos tiempos de rumia encontrados en este ensayo los cuales no condicionan ni limitan, aún en el tratamiento que consume el 100% del ensilaje en la mañana, el tiempo dedicado a actividades de pastoreo. Esto puede comprobarse por el hecho de que diferencias en los tiempos de rumia entre tratamientos no son acompañadas por diferencias en los tiempos efectivos de pastoreo.

Estas diferencias en los tiempos de rumia llevan a preguntarse que ocurriría en caso de que los animales pastorearan una pastura de gramínea, que presenta mayores requerimientos de rumia. En es caso los requerimientos de rumia del tratamiento que consume el ensilaje previo al pastoreo pueden volverse importantes y limitar el tiempo de pastoreo apareciendo entonces diferencias entre tratamientos para esta variable.

Visto que el consumo diario de materia seca está definido por las variables peso de bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo. Considerando que los tratamientos no se diferencian en el tiempo de pastoreo y tasa de bocado y, que si bien no se midió el peso de bocado en este ensayo por lo reportado en la bibliografía, tampoco se espera que los tratamientos se diferencien en el PB, sería de esperar que para las condiciones en las que se desarrolló este ensayo, el momento de suplementación con ensilaje de maíz, no tuviera efecto en el consumo diario de materia seca.

Esto también es visualizado en la pastura donde se encuentran que todos los tratamientos presentan similares patrones de desaparición y porcentajes de forraje desaparecido total al final de la sesión de pastoreo lo que podría indicar que no se diferencian en los porcentajes de utilización.

Por otro lado vale la pena preguntarse si esas pequeñas diferencias (no significativas) en tiempo de pastoreo y tasa de bocado no podrían en su conjunto, determinar diferencias mayores a nivel del comportamiento llevando a diferencias en el consumo diario de materia seca.

6. CONCLUSIÓN

El momento de suplementación con ensilaje de maíz no afectó el patrón de pastoreo. Se observa en todos los tratamientos 2 sesiones bien marcadas.

Tampoco hubieron diferencias significativas entre los tratamientos en sus tasas de bocado durante la mayor parte de la sesión, apareciendo éstas únicamente al final de la misma, momento en el cual el tratamiento 2 presenta mayores tasas de bocado en comparación con el tratamiento 1. A pesar de estas diferencias, el momento de suplementación no afectó la tasa de bocado promedio del día.

Los animales que consumen ensilaje de maíz previo al pastoreo dedican una mayor proporción del tiempo disponible a rumia. Más allá de estas diferencias, todos los tratamientos dedican una baja proporción del tiempo a la rumia (4 – 5 y 12 % para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente). Esto hace que los mismos no sean una limitante al tiempo de pastoreo y por esto, a pesar de las diferencias en los tiempos de rumia, los tratamientos no se diferencian en el tiempo efectivo de pastoreo.

Los diferentes momentos de suplementación no afectaron la proporción del tiempo dedicada a pastoreo ni a la duración de la primera sesión.

Tampoco se observa efecto del momento de suplementación sobre el comportamiento de los animales, cuando éste es evaluado a través de la pastura. Todos los tratamientos presentan similar dinámica de defoliación y porcentajes de forraje total desaparecido al final de la sesión de pastoreo.

7. RESUMEN.

Durante el otoño de 2002 (20/5-8/7) se llevó a cabo, en la Estación experimental Mario Alberto Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía, un experimento con el objetivo de evaluar el efecto que tiene la suplementación con ensilaje de maíz (EM) en diferentes momentos del día sobre el comportamiento ingestivo de vacas lecheras Holando.

Para esto se utilizaron 36 vacas con más de una lactancia, paridas entre el 15/3 y el 15/4. Las mismas fueron agrupadas en bloques según los criterios de número de lactancia, etapa de la lactancia, producción de leche, condición corporal y PV.

Todos los tratamientos tuvieron acceso a la misma cantidad de alimento: 15kg MS/an/día de pradera permanente, 16 kg de ensilaje de maíz (BF) y 6 kg de concentrado (16 %PC); diferenciándose únicamente en el momento en que fueron suplementados con ensilaje de maíz (EM). El tratamiento 1 (T1) recibía 100% del EM luego del ordeño de la tarde, el tratamiento 2 (T2) 100% luego del ordeño de la mañana y previo al pastoreo, y el tratamiento 3 50 % del luego del ordeño de la mañana y 50 % luego del ordeño de la tarde.

El pastoreo se realizó en franjas diarias, ente las 9 hs y las 15 hs. El tamaño de las mismas era fijado semanalmente según la disponibilidad por hectárea y la asignación deseada.

Se registró la actividad de pastoreo del grupo y de cada uno de los animales durante las tres últimas semanas del ensayo. Se llevaron registros de pastoreo, rumia y velocidad de desaparición de la pastura durante toda la sesión de pastoreo. Los mismos se realizaron durante tres días consecutivos cada semana. También se registró la tasa de bocado al comienzo, mitad y final de la sesión de pastoreo dos veces a la semana, durante las tres semanas.

El diseño del experimento fue el de bloques completos al azar. Para el análisis estadístico de las variables probabilidad de pastoreo y rumia se utilizó el modelo lineal generalizado, mientras que para las variables largo de la primer sesión, tasa de bocado y desaparición de la pastura se utilizó el modelo de medidas repetidas en el tiempo.

Se encontró en todos los tratamientos dos sesiones principales de pastoreo: la primera al comienzo del pastoreo la cual duraba 60-90 minutos y la

segunda que comenzaba a las 11-11:15 hs y se prolongaba hasta el retiro de los animales.

Entre las 11:30 y 14 horas los tratamientos 2 y 3 presentaban una mayor actividad de pastoreo en comparación con el 1, aunque esta diferencia no era significativa.

Los tratamientos no afectaron de manera significativa el tiempo efectivo de pastoreo, el cual anda en torno al 70% del tiempo disponible.

Tampoco fue significativo el efecto sobre el largo de la primera sesión, siendo esta de 76, 73 y 85 minutos en los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente

El consumo de ensilaje de maíz previo al pastoreo determina un aumento significativo en los tiempos de rumia, aún así, los mismos son relativamente bajos en todos los tratamientos.

Se observa una disminución de la tasa de bocado durante la primera mitad de la sesión de pastoreo, la que se mantiene luego constante (M1=47 bocados/min vs. M3 y M5 =30 boc/min). Sin embargo esta disminución no es igual en todos los tratamientos y resulta no significativa en el tratamiento 2. Más allá de esta diferencia entre los tratamientos, éstos no se diferencian en su tasa de bocado promedio diaria.

En cuanto a la dinámica de desaparición de la pastura, ésta no fue significativamente afectada por el momento de suministro de ensilaje, observándose en todos los tratamientos similares tasas de desaparición y porcentajes de forraje desaparecido total al final de la sesión (altura remanente = 52-56% de la altura inicial). Se encuentra que el 80% (para el T2) – 90% (para los T1 y T3) del forraje desaparecido total, desaparece durante las primeras 4 horas de pastoreo.

8. BIBLIOGRAFÍA

Beever,D.E. ; Offer,N. and Gill,M. 2000. Regulation of forage intake. In: Grass it production and utilization, by Alan Hopkings, 2000. Institute of Grassland and Enviomental research, North Wyke, Okehampton,Devon, UK. Published for British Grassland Society by Blackwell Science, third edition, pp 153-155

Bines,J.A.. 1992. Consumo voluntario de alimentos. In: Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. Broster,W.H. y Swan,H. AGT editor, S.A. Mexico DF pp. 21-37 .Primera re impresión, 1992.

Cangiano,C.A. y Galli,J.R. 1999. Consumo y comportamiento de bovinos en pastoreo. In: CONPAST 3.0 . Editado por Cangiano. Editorial La Borrassa, Balcarce. pp. I-21 a I-57.

Chilibroste,P.; Tamminga,S. and Boer,H. 1997. Efect of length of grazing session, rumen fill and starvation time before grazing on dry matter intake, ingestive behaviour and dry matter rumen pool sizes of grazing lactating dairy cows. Grass and Forage Science 52:249-257.

(_____) 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero: I Predicción del consumo. XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp: 1-7.

(_____) 1999. Grazing Time: the missing link. A study of de plant-animal interface by integration of experimental and moddelling approaches. PhD thesis Agricultural University, Wageningen, 144-191 pp.

(____.); Soca,P. y Mattiauda,D.A. 1999. Efecto of momento and length of the grazing session on: milk produccion and pasture depletion dynamics. In: Proceedings of international Symposium Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology,pp 292-295.

(_____) 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. In X Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Ed. Centro Médico Veterinario, Paysandú. pp 90-96

Conrad,H.R.; Pratt,A.D. and Hibbs,J.W. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. Change in importance of physical and physiological factors with increase in digestibility. J.Dairy Science. 47:54

(_____.) 1964. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: physiological and physical factors limiting feed intake. Ohio Agricultural Experiment Station Journal Series, paper N° 72-64.

Dougherty,C.T.;Bradley,N.W.; Cornelius,P.L. and Lauriault,L.M. 1989. Short-term fasts and the ingestive behavior of grazing cattle. Grass and Forage Science, 44:295-302.

Enrique ,Héctor S. 2000. Terneros: Generalidades del consumo en pastoreo - XI Curso de Postgrado en Producción Animal - INTA Balcarce. www.e-campo.com

Forbes, T.D.A. 1988. Researching de plant-animal interface: the investigation of the ingestive behaviour in grazing animals. J.Animal Science 66:2369-2379

Galli,J.R.; Cangiano,C.A. y Fernandez,H.H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. Revisión bibliográfica. Revista Argentina de Producción Animal. Vol 16 N°2:119-142.

Greenwood,G.B. and Demment,M.H. 1988. The effect of short-term cattle grazing behaviour. Grass and Forage Science, 43:377-386

Gibb, M.J.; Huckle, C.A.; Nuthall, R. 1998. Effect of time of day on grazing behavior and intake rate by dairy cows. Grass and Forage Science, 53, 41-46

Gill,M and Romney,D. 1994. The relationship between the control of meal size and the control of daily intake in ruminants. Livestock Production Science 39:13-18.

Gorlero,I.J. y Ibarlucea,M. 1999. Efecto del momento y tiempo de pastoreo en la composición y producción de leche de vacas holando pastoreando avena y suplementadas con silo de maíz y concentrado. Tesis Ing. Agr. Montevideo-Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. pp. 73.

Lindstrom,L. and Redbo,I. 2000. Effect of duration and rumen fill on behavior in dairy cows. Applied Animal Behavior Science, 70:83-97.

Mbanya,J.N.; Anil,M.H. and Forbes,J.M. 1993. The voluntary intake of hay and silage by lactating cows in response to infusion of acetate or propionate or both, with or without distension on the rumen by a ballon. *Br.J.Nut.*, 69:713-720

Oba,M y Allen,M.S. 2000. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. Feeding behavior and nutrient utilization. *Journal-of-Dairy-Science*, 83: 6, 1333-1341.

Orr, R.J.; Rutter,S.M.; Penning,P.D. and Rook,A.J. 2001. Matching the grass supply to grazing patterns for dairy cows. *Grass and Forage Science*, 56(4):352-361.

Parsons,A.J. and Chapman,D.F. 1998. Principles of grass growth and pasture utilization: principles of utilization from an animal perspective. In: *Grass for Dairy cattle*. Edited by Cherney,J.H. y Cherney,D.J.R. CAB publishing CAB international, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK. pp. 290-299

Poppi,D.P.; Hughes, T.P: and L'Huillier,P.J 1987. Intake of pasture by Grazing Ruminants. Cap. 4. In: *Livestock feeding on pasture*. N.Zeeland Soc. of Animal Production Occ. Pub n° 10.

Rook, A.J., Huckle,C.A. and Penning,P.D. 1994 Efecto of sward height and concentrate supplementation on the ingestive behaviuor of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. *Applied Animal Behaviour Science* 40:101-112.

(_____) 2000. Principles of Foraging and grazing Behaviour. In: *Grass it production and utilization*, by Alan Hopkings. Institute of Grassland and Enviomental research, North Wyke, Okehampton,Devon, UK. Published for British Grassland Society by Blackwell Science, third edition, pp 229-246.

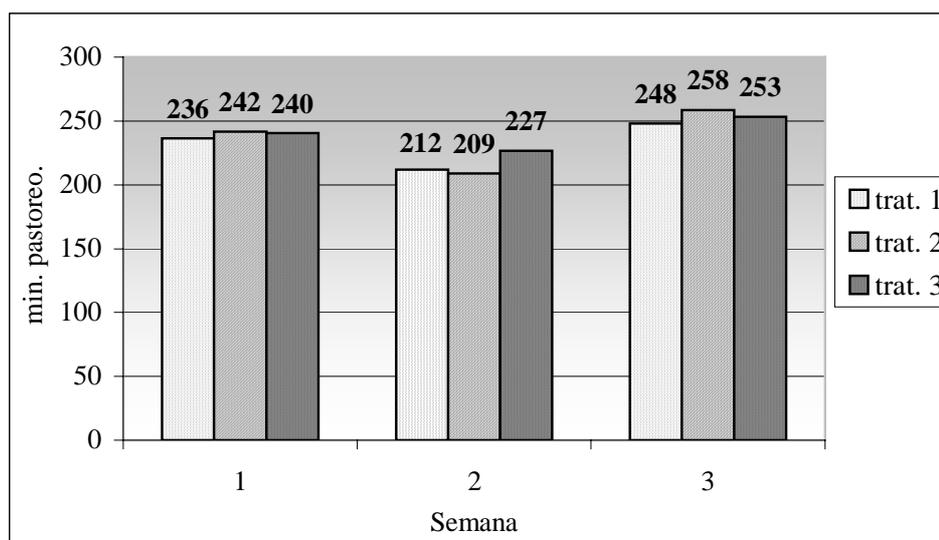
Soca,P.; Chilbroste,P. and Mattiauda,D.A. 1999. Efect of moment and length of the grazing session on: 2 Grazing time and ingestivve behavior. In: *Proceedings of international Symposium Grassland Ecophisiology and Grazing Ecology*,pp 295-298.

(_____) 2000. Efecto del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre el consumo, conducta y parámetros productivos de vacas lecheras. Tesis de Postgrado. Santiago-Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, pp. 98.

(_____); Gonzales,H. y Manterola,H. 2001. Estrategia de pastoreo de vacas lecheras. Avances en producción animal de la facultad de ciencias agronómicas de la Universidad de Chile, 26: 1y 2, pp. 15-29.

9. ANEXOS

Anexo 1_ Tiempos efectivos de pastoreo (expresados en minutos) encontrados empleando el método 2 para cada tratamiento por semana.



Como puede observarse en el gráfico anterior son muy pocos los minutos de diferencia que existen entre los tratamientos, no manteniéndose la magnitud ni el ranking de tratamientos entre las semanas. Con esto podemos concluir que los tratamientos no afectaron el tiempo efectivo de pastoreo, lo que coincide con lo encontrado por el método 1.

Anexo 2_ Valores de tiempo efectivo de pastoreo por tratamiento, promedio de las tres semanas.

Tratamiento	TEP (min)	TEP (%)
1	232	64.5
2	236	65.6
3	240	66.7

Los datos se expresan en minutos y como % del tiempo total de modo de hacerlos comparables con los resultados obtenidos por el método 1.

Los valores encontrados por este método son un poco inferiores a los encontrados por el método anterior (4%), pero coinciden en que las diferencias entre tratamientos no son significativas existiendo una leve tendencia hacia mayores tiempos de pastoreo en el T3.

Anexo 3_ Tiempos efectivos de pastoreo por semana, promedio de los tres tratamientos.

Semana	TEP (min)	TEP (%)
1	239	66.5
2	216	60.0
3	253	70.3

Al igual que en el cuadro anterior los valores se expresan en minutos y como % del tiempo disponible dedicado a pastoreo.

Del cuadro se puede concluir que la proporción del tiempo dedicada a actividades de pastoreo varía significativamente de una semana a otra. Esto coincide con lo encontrado por el método 1.

Anexo 4_ Tiempo dedicado a rumia por tratamiento, promedio de las tres semanas, encontradas por el método 2. Datos expresados en minutos y como % del tiempo total.

Tratamiento	Tiempo de rumia	
	minutos	%
T1	19	5
T2	45	12
T3	32	9

Los tiempos de rumia hallados para cada tratamiento empleando este método se aproximan bastante a los encontrados por el método 1.

Por ambos métodos se observa el mismo orden o ranking de tratamientos, presentando el T2 los mayores tiempos de rumia y el T1 los menores.

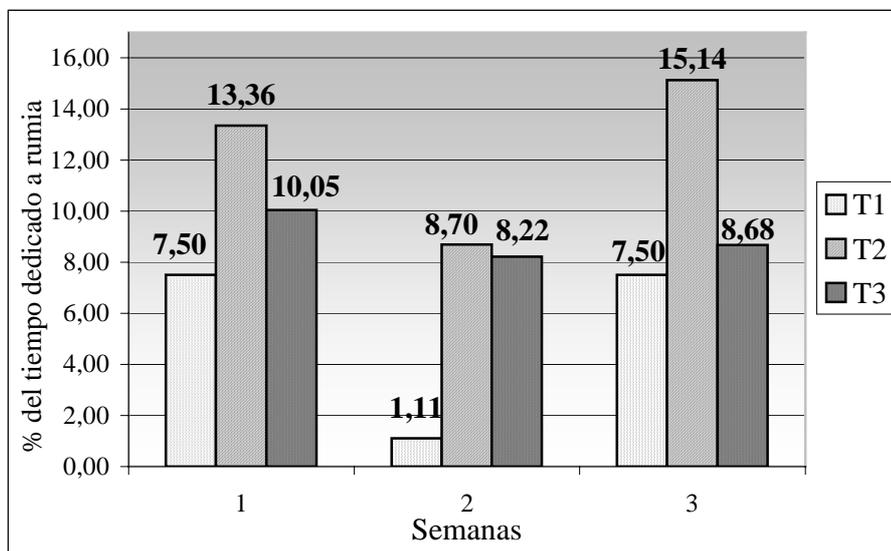
Anexo 5_ Tiempos de rumia encontrados por el método 2 para cada semana, promedio de los 3 tratamientos.

Semana	Tiempo de rumia	
	minutos	%
S1	37	10
S2	22	6
S3	38	10

Al igual que lo encontrado por el método 1 el tiempo de rumia varía con la semana, encontrándose menor tiempo de rumia durante la semana 2 e iguales tiempos de rumia entre las semanas 1 y 3.

Los tiempos de rumia hallados por éste método se aproximan bastante a los encontrados por el método anterior.

Anexo 6_ Tiempos de rumia encontrados por el método 2 para cada tratamiento en cada semana se presentan en el siguiente gráfico.



En la gráfica se puede confirmar lo dicho antes para los tiempos de rumia por semana, presentando todos los tratamientos menores tiempos de rumia durante la segunda semana. Sin embargo estas variaciones en los tiempos de rumia

con las semanas no es igual para todos los tratamientos. El tratamiento 3 presenta menores variaciones en su tiempo de rumia.

También se observa que el tratamiento 2 es quien presenta los mayores tiempos de rumia durante las tres semanas, pero que la magnitud de la diferencia varía de una a otra, es decir que el efecto del tratamiento sobre el tiempo de rumia varía con la semana. Existe interacción trat*semana pero esta no afecta el ranking de los tratamientos sino la magnitud de la diferencia entre los mismos observándose las máximas diferencias o efectos durante la semana 3.
